

**Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАРОДНОГО ХОЗЯЙСТВА  
И ГОСУДАРСТВЕННОЙ СЛУЖБЫ  
ПРИ ПРЕЗИДЕНТЕ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ»**

---

Институт бизнеса и делового администрирования

Кафедра менеджмента

Утверждена  
на заседании кафедры менеджмента  
Протокол от «29» июня 2017 г. № 4

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

Индекс Б1.В.01 «Машинное обучение»

по направлению подготовки 38.04.02 Менеджмент

направленность «Прорывные финансовые и цифровые технологии»

квалификация Магистр

очная форма обучения

Год набора - 2018

Москва, 2018 г.

**Автор(ы)–составитель(и): Мухина Ирина Константиновна, PhD, Центр iECARUS**

Заведующий кафедрой менеджмента ИБДА, доктор экономических наук, профессор  
Гапоненко Александр Лукич.

## **СОДЕРЖАНИЕ**

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы
2. Объем и место дисциплины в структуре образовательной программы
3. Содержание и структура дисциплины
4. Материалы текущего контроля успеваемости обучающихся и фонд оценочных средств промежуточной аттестации по дисциплине
5. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины
6. Учебная литература и ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине
  - 6.1. Основная литература
  - 6.2. Дополнительная литература
  - 6.3. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы
  - 6.4. Нормативные правовые документы
  - 6.5. Интернет-ресурсы
  - 6.6. Иные источники
7. Материально-техническая база, информационные технологии, программное обеспечение и информационные справочные системы

# 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения программы

1.1. Дисциплина «Машинное обучение» обеспечивает овладение следующими компетенциями:

Код компетенции	Наименование компетенции	Код этапа освоения компетенции	Наименование этапа освоения компетенции
ПК-4	способность управлять организациями, подразделениями, группами (командами) сотрудников, проектными сетями	ПК-4.1	способен управлять организациями, подразделениями, группами (командами) сотрудников, проектными сетями
ПК-5	владение методами экономического и стратегического анализа поведения экономических агентов и рынков в глобальной среде	ПК-5.1	владеет методами экономического и стратегического анализа поведения экономических агентов и рынков в глобальной среде
ПК ОС-13	способность принимать управленческие решения на основе анализа структурированных и неструктурированных данных	ПК ОС-13.1	способен принимать управленческие решения на основе анализа структурированных и неструктурированных данных
ОК-1	способность к абстрактному мышлению, анализу и синтезу	ОК-1.1	Обладает абстрактным мышлением, анализом и синтезом

1.2. В результате освоения дисциплины у студентов должны быть сформированы:

ОТФ/ТФ (при наличии профстандарта)	Код этапа освоения компетенции	Результаты обучения
создание и управление продуктов/проектов в финансовой сфере на основе информационных технологий и экономико-математических моделей.	ПК-13.2	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Алгоритмы машинного обучения: обучение с учителем, обучение без учителя, полууправляемое обучение, обучение с подкреплением</li> <li>Определять теоретические верхние оценки переобученности: сложность, разделимость, устойчивость</li> <li>Решать проблемы переобучения и недообучения алгоритма</li> <li>Формировать предложения по использованию результатов анализа</li> <li>Машинное обучение: классификация, кластеризация, обнаружение выбросов, фильтрация</li> <li>Методы и модели классификации: логистическая регрессия, деревья решений, предредукция, постредукция, модели, основанные на правилах, наивный байесовский алгоритм, теорема Байеса, усиление энтропии информации</li> <li>Фильтрация шумовых выбросов, виды шумовых выбросов: глобальный, контекстуальный, коллективный</li> <li>Анализ изображений: тепловые карты, анализ сетей, анализ пространственных данных, анализ временных рядов</li> <li>Методы идентификации шаблонов</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Методы оценки моделей: оценка качества построенной модели по тестовой выборке и анализ обобщающих способностей алгоритма</li> <li>• Распределенный анализ данных</li> <li>• Анализ данных в реальном времени</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Осуществлять поиск информации о новых и перспективных методах анализа больших данных, сравнительный анализ методов</li> </ul>
--	--	--

## 2. Объем и место дисциплины в структуре ОП ВО

### Объем дисциплины

4 ЗЕ/144 ауд./108 астр. ч, количество академических часов, выделенных на контактную работу с преподавателем – 64 ак/48 астр часа, на самостоятельную работу обучающихся – 44ак./33 астр. часов; на контроль – 36 ак./27 астр часов.

### Место дисциплины в структуре ОП ВО

Б1.В.01 «Машинное обучение», 1 курс, 2 семестр.

дисциплина реализуется после изучения дисциплин:

- математический анализ
  - линейная алгебра
  - экономическая информатика
  - дискретная математика
  - теория вероятности и математическая статистика
  - алгоритмизация и программирование распределенных вычислений
- форма промежуточной аттестации – экзамен.

## 3. Содержание и структура дисциплины

Таблица 2.

№ п/п	Наименование тем (разделов)	Объем дисциплины (модуля), час. /астр. часы						Форма текущего контроля успеваемости*, промежуточной аттестации
		Всего	Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий				СР	
			Л	ЛР	ПЗ	КСР		
Очная форма обучения								
Тема 1	Введение в машинное обучение. Цели и основная проблематика машинного обучения	9	1		4		4	ДЗ
Тема 2	Методы оценки точности полученных решений, включая ROC анализ.	9	1		4		4	ДЗ
Тема 3	Современные регрессионные методы, включая эластичные сети, регрессионные	11	1		6		4	ДЗ

	деревья и леса. Стандартный метод наименьших квадратов. Методы распознавания.							
Тема 4	Байесовские методы и другие статистические модели, включая логистическую регрессию и др.	9	1		4		4	ДЗ
Тема 5	Тема 5. Нейросетевые методы. Современные подходы и идеи.	10	2		4		4	ДЗ
Тема 6	Тема 6. Метод опорных векторов	10	2		4		4	ДЗ
Тема 7	Тема 7. Решающие деревья и леса	10	2		4		4	ДЗ
Тема 8	Комбинаторно- логические методы, АВО. Представление о графических моделях (Байесовские сети)	13	2		6		5	ДЗ
Промежуточная аттестация		27						Экзамен
Всего:		144/81	24/18		40/30		36/27	

Примечание – формы текущего контроля успеваемости: контрольная работа (КР), домашнее задание (ДЗ)

### 3.2. Содержание дисциплины (модуля)

#### **Тема 1. Введение в машинное обучение. Цели и основная проблематика машинного обучения.**

Существующие, наборы данных, визуализация модели классификации. Постановка задач обучения по прецедентам. Объекты и признаки. Типы шкал: бинарные, номинальные, порядковые, количественные. Типы задач: классификация, регрессия, прогнозирование, ранжирование.

Основные понятия: модель алгоритмов, метод обучения, функция потерь и функционал качества, принцип минимизации эмпирического риска, обобщающая способность, скользящий контроль.

Линейные модели регрессии и классификации. Метод наименьших квадратов. Полиномиальная регрессия.

#### **Тема 2. Методы оценки точности полученных решений, включая ROC анализ.**

Линейный регрессионный анализ, чувствительность, специфичность и точность. Корреляционный анализ. Анализ выживаемости и многомерная статистика. Таблицы дожития (mortality table) и метод Каплана-Мейера (Kaplan-Meier method). Лог-ранк тест. Модель Кокса.

#### **Тема 3. Современные регрессионные методы, включая эластичные сети, регрессионные деревья и леса. Стандартный метод наименьших квадратов. Методы распознавания.**

Логистическая регрессия. Автокорреляционная функция. Алгоритм Левенберга-Марквардта. Алгоритмы выбора линейных регрессионных моделей. Вспомогательные функции. Анализ регрессионных остатков. Аппроксимация Лапласа.

Регрессионные деревья и леса. Методы распознавания.

#### ***Тема 4. Байесовские методы и другие статистические модели, включая логистическую регрессию и др.***

Понятие о случайном процессе. Байесовский подход к статистическому оцениванию. Априорные распределения, сопряженные с наблюдаемой генеральной совокупностью. Байесовский прогноз зависимой переменной, основанный на нормальной линейной модели множественной регрессии. Проверка статистических гипотез при байесовском подходе.

#### ***Тема 5. Нейросетевые методы. Современные подходы и идеи.***

Биологический нейрон, модель МакКаллока-Питтса как линейный классификатор. Функции активации. Проблема полноты. Задача исключаящего или. Полнота двухслойных сетей в пространстве булевых функций. Теоремы Колмогорова, Стоуна, Горбаня (без доказательства). Алгоритм обратного распространения ошибок. Эвристики: формирование начального приближения, ускорение сходимости, диагональный метод Левенберга-Марквардта. Проблема «паралича» сети. Метод послойной настройки сети. Подбор структуры сети: методы постепенного усложнения сети, оптимальное прореживание нейронных сетей (optimal brain damage). Нейронная сеть Кохонена. Конкурентное обучение, стратегии WTA и WTM.

Самоорганизующаяся карта Кохонена. Применение для визуального анализа данных. Искусство интерпретации карт Кохонена.

#### ***Тема 6. Метод опорных векторов.***

Оптимальная разделяющая гиперплоскость. Понятие зазора между классами (margin).

Случаи линейной разделимости и отсутствия линейной разделимости. Связь с минимизацией регуляризованного эмпирического риска. Кусочно-линейная функция потерь. Задача квадратичного программирования и двойственная задача. Понятие опорных векторов. Функция ядра (kernel functions), спрямляющее пространство, теорема Мерсера.

Способы конструктивного построения ядер. Примеры ядер.

SVM-регрессия.

Регуляризации для отбора признаков: LASSO SVM, Elastic Net SVM, SFM, RFM.

Метод релевантных векторов RVM.

#### ***Тема 7. Решающие деревья и леса.***

Понятие логической закономерности.

Параметрические семейства закономерностей: конъюнкции пороговых правил, синдромные правила, шары, гиперплоскости.

Переборные алгоритмы синтеза конъюнкций: стохастический локальный поиск, стабилизация, редукция. Двухкритериальный отбор информативных закономерностей, парето-оптимальный фронт в  $(p, n)$ -пространстве. Решающее дерево. Жадная нисходящая стратегия «разделяй и властвуй». Алгоритм ID3. Недостатки жадной стратегии и способы их устранения. Проблема переобучения. Вывод критериев ветвления. Мера нечистоты (impurity) распределения. Энтропийный критерий, критерий Джини. Редукция решающих деревьев: предредукция и постредукция. Алгоритм C4.5. Деревья регрессии. Алгоритм CART. Небрежные решающие деревья (oblivious decision tree). Решающий лес. Случайный лес (Random Forest).

#### ***Тема 8. Комбинаторно-логические методы, АВО. Представление о графических моделях (Байесовские сети)***

Аппарат графических моделей (байесовские и марковские сети). Аппарат байесовского вывода. Некоторые методы дискретной оптимизации. Методы структурного обучения. Факторизация байесовских сетей. Потенциалы и энергия клика, связь с байесовскими сетями.

#### **4. Материалы текущего контроля успеваемости обучающихся и фонд оценочных средств промежуточной аттестации по дисциплине**

##### **4.1. Формы и методы текущего контроля успеваемости.**

**4.1.1. В ходе реализации дисциплины Б1.В.01 «Машинное обучение» используются следующие методы текущего контроля успеваемости обучающихся:**

Тема	Методы текущего контроля успеваемости
Тема 1	Домашнее задание 1
Тема 2	Домашнее задание 2
Тема 3	Домашнее задание 3
Тема 4	Домашнее задание 4
Тема 5	Домашнее задание 5
Тема 6	Домашнее задание 6
Тема 7	Домашнее задание 7
Тема 8	Домашнее задание 8

**4.1.2. Экзамен проводится с применением следующих методов (средств):** в виде письменной контрольной работы/аналитического эссе (эсаймент)

##### **4.2. Материалы текущего контроля успеваемости обучающихся**

Пример вопросов для опросов по темам:

1. Расскажите об основных понятиях: модель алгоритмов, метод обучения, функция потерь и функционал качества, принцип минимизации эмпирического риска, обобщающая способность, скользящий контроль.
2. Расскажите о следующих понятиях: линейная модель регрессии и классификации, метод наименьших квадратов, полиномиальная регрессия.
3. Для чего используются такие понятия как: чувствительность, специфичность и точность?
4. Как и для чего осуществляется корреляционный анализ?
5. В каких случаях используется анализ выживаемости и многомерная статистика и для чего?
6. Что такое таблицы дожития (mortality table), также расскажите о методе Каплана-Мейера (Kaplan-Meier method)?
7. В чем назначения лог-ранк тест?
8. Что такое логистическая регрессия?
9. Для чего нужна автокорреляционная функция?
10. Расскажите о алгоритме Левенберга-Марквардта?
11. Расскажите о алгоритмах выбора линейных регрессионных моделей?
12. Как проводится анализ регрессионных остатков?
13. Что такое аппроксимация Лапласа?
14. Для чего используются регрессионные деревья и леса?
15. Расскажите о методах распознавания?

##### **4.3. Оценочные средства для промежуточной аттестации.**

Промежуточная аттестация проходит в форме защиты проекта.



В проекте студент формирует стратегию цифровой трансформации определенной организации. Анализируя существующие рынки, технологическую базу, действующие бизнес-модели и предлагая использования определенных технологий/бизнес-моделей, которые позволят перейти организации в цифровую эпоху

#### 4.3.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы. Показатели и критерии оценивания компетенций с учетом этапа их формирования

Код компетенции	Наименование компетенции	Код этапа освоения компетенции	Наименование этапа освоения компетенции
ПК ОС-13	Способен принимать управленческие решения на основе анализа структурированных и не структурированных данных	ПК ОС-13.1	Способен применять аналитико-математический аппарат и программных средств для анализа данных

#### 4.3.2. Типовые оценочные средства.

При оценке экзамена используется 100-балльная система. На экспертную оценку влияют следующие показатели:

1. Легкость для восприятия, представляемой им картины, описывающей будущее – 20%.
2. Реальность и его достижимость – 30%.
3. Понятные, четкие и убедительные, предлагаемые им стратегические управленческие решения – 50%.

#### Шкала оценивания

10-балльная шкала	Традиционная шкала	«Зачтено»/ «Не зачтено»	Определение
10	Отлично	Зачтено	Полные, глубокие и систематические знания применения аналитико-математического аппарата и программных средств для анализа данных, знакомство с дополнительной литературой, полный и правильный ответ, творческий подход в понимании и изложении учебного материала.
9	Отлично	Зачтено	Полные, глубокие и систематические знания применения аналитико-математического аппарата и программных средств для анализа данных, полный и правильный ответ
8	Отлично	Зачтено	Полные и систематические знания применения аналитико-математического аппарата и программных средств для анализа данных, отсутствие существенных неточностей в ответе.
7	Хорошо	Зачтено	Достаточно полные и систематические знания применения аналитико-математического аппарата и программных средств для анализа данных, отсутствие существенных неточностей в ответе.
6	Хорошо	Зачтено	Достаточно полные и систематические знания применения аналитико-математического аппарата и программных средств для анализа данных, отсутствие существенных неточностей в ответе.

10-балльная шкала	Традиционная шкала	«Зачтено»/«Не зачтено»	Определение
5	Удовлетворительно	Зачтено	Знание применения аналитико-математического аппарата и программных средств для анализа данных в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и работы.
4	Удовлетворительно	Зачтено	Знание применения аналитико-математического аппарата и программных средств для анализа данных в минимальном объеме, необходимом для дальнейшей учебы и работы.
3	Неудовлетворительно	Не зачтено	Имеются существенные погрешности при выполнении мероприятий текущего контроля.
2	Неудовлетворительно	Не зачтено	Имеются пробелы в знаниях применения аналитико-математического аппарата и программных средств для анализа данных, допущены существенные ошибки при ответе, необходима значительная дополнительная учебная работа.
1	Неудовлетворительно	Не зачтено	Не выполнены предусмотренные программой задания, необходимы дополнительные занятия по соответствующей дисциплине.
0	Неудовлетворительно	Не зачтено	Нарушение академических норм (плагиат и т.п.)

#### 4.4. Методические материалы по проведению промежуточной аттестации

Экзамен проводится в аудитории. Отсчет времени, отведенного на письменную работу, идет по завершении процедуры размещения студентов и раздачи заданий.

Студент обязан являться на письменный контроль в указанное в расписании время. В случае опоздания время, отведенное на письменный контроль знаний, не продлевается.

Мобильные телефоны должны быть выключены и убраны со столов, допускается использование калькуляторов, выполняющих только простые арифметические вычисления.

Во время проведения письменного контроля знаний студентам не разрешается пользоваться учебными программами, справочниками и прочими источниками информации.

Использование материалов, а также попытка общения с другими студентами или иными лицами, в том числе с применением электронных средств связи, несанкционированные перемещения и т.п. являются основанием для удаления студента из аудитории и последующего проставления в ведомость оценки «неудовлетворительно».

Во время проведения письменного контроля знаний студентам разрешается покинуть аудиторию только при условии сдачи работы в объеме, выполненном к моменту выхода из аудитории. Дальнейшее продолжение работы запрещается.

### 5. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

#### **Тема 1. Введение в машинное обучение. Цели и основная проблематика машинного обучения.**

Студент изучает предложенные материалы темы, решает задачи по теме и готовится к опросу по следующей тематике:

Существующие наборы данных, визуализация модели классификации. Постановка задач обучения по прецедентам. Объекты и признаки. Типы шкал: бинарные, номинальные, порядковые, количественные. Типы задач: классификация, регрессия, прогнозирование, ранжирование.

Основные понятия: модель алгоритмов, метод обучения, функция потерь и функционал качества, принцип минимизации эмпирического риска, обобщающая способность, скользящий контроль.

Линейные модели регрессии и классификации. Метод наименьших квадратов. Полиномиальная регрессия.

### ***Тема 2. Методы оценки точности полученных решений, включая ROC анализ.***

Студент изучает предложенные материалы темы, решает задачи по теме и готовится к опросу по следующей тематике:

Линейный регрессионный анализ, чувствительность, специфичность и точность. Корреляционный анализ. Анализ выживаемости и многомерная статистика. Таблицы дожития (mortality table) и метод Каплана-Мейера (Kaplan-Meier method). Лог-ранк тест. Модель Кокса.

### ***Тема 3. Современные регрессионные методы, включая эластичные сети, регрессионные деревья и леса. Стандартный метод наименьших квадратов. Методы распознавания.***

Студент изучает предложенные материалы темы, решает задачи по теме и готовится к опросу по следующей тематике:

Логистическая регрессия. Автокорреляционная функция. Алгоритм Левенберга-Марквардта. Алгоритмы выбора линейных регрессионных моделей. Вспомогательные функции. Анализ регрессионных остатков. Аппроксимация Лапласа.

Регрессионные деревья и леса. Методы распознавания.

### ***Тема 4. Байесовские методы и другие статистические модели, включая логистическую регрессию и др.***

Студент изучает предложенные материалы темы, решает задачи по теме и готовится к опросу по следующей тематике:

Понятие о случайном процессе. Байесовский подход к статистическому оцениванию. Априорные распределения, сопряженные с наблюдаемой генеральной совокупностью. Байесовский прогноз зависимой переменной, основанный на нормальной линейной модели множественной регрессии. Проверка статистических гипотез при байесовском подходе.

### ***Тема 5. Нейросетевые методы. Современные подходы и идеи.***

Студент изучает предложенные материалы темы, решает задачи по теме и готовится к опросу по следующей тематике:

Биологический нейрон, модель МакКаллока-Питтса как линейный классификатор. Функции активации. Проблема полноты. Задача исключающего или. Полнота двухслойных сетей в пространстве булевых функций. Теоремы Колмогорова, Стоуна, Горбаня (без доказательства). Алгоритм обратного распространения ошибок. Эвристики: формирование начального приближения, ускорение сходимости, диагональный метод Левенберга-Марквардта. Проблема «паралича» сети. Метод послойной настройки сети. Подбор структуры сети: методы постепенного усложнения сети, оптимальное прореживание нейронных сетей (optimal brain damage). Нейронная сеть Кохонена. Конкурентное обучение, стратегии WTA и WTM.

Самоорганизующаяся карта Кохонена. Применение для визуального анализа данных. Искусство интерпретации карт Кохонена.

### ***Тема 6. Метод опорных векторов.***

Студент изучает предложенные материалы темы, решает задачи по теме и готовится к опросу по следующей тематике:

Оптимальная разделяющая гиперплоскость. Понятие зазора между классами (margin).

Случаи линейной разделимости и отсутствия линейной разделимости. Связь с минимизацией регуляризованного эмпирического риска. Кусочно-линейная функция потерь. Задача квадратичного программирования и двойственная задача. Понятие опорных векторов. Функция ядра (kernel functions), спрямляющее пространство, теорема Мерсера.

Способы конструктивного построения ядер. Примеры ядер.

SVM-регрессия.

Регуляризации для отбора признаков: LASSO SVM, Elastic Net SVM, SFM, RFM.

Метод релевантных векторов RVM.

### ***Тема 7. Решающие деревья и леса.***

Студент изучает предложенные материалы темы, решает задачи по теме и готовится к опросу по следующей тематике:

Понятие логической закономерности.

Параметрические семейства закономерностей: конъюнкции пороговых правил, синдромные правила, шары, гиперплоскости.

Переборные алгоритмы синтеза конъюнкций: стохастический локальный поиск, стабилизация, редукция. Двухкритериальный отбор информативных закономерностей, парето-оптимальный фронт в (p,n)-пространстве. Решающее дерево. Жадная нисходящая стратегия «разделяй и властвуй». Алгоритм ID3. Недостатки жадной стратегии и способы их устранения. Проблема переобучения. Вывод критериев ветвления. Мера нечистоты (impurity) распределения. Энтропийный критерий, критерий Джини. Редукция решающих деревьев: предредукция и постредукция. Алгоритм C4.5. Деревья регрессии. Алгоритм CART. Небрежные решающие деревья (oblivious decision tree). Решающий лес. Случайный лес (Random Forest).

### ***Тема 8. Комбинаторно-логические методы, АВО. Представление о графических моделях (Байесовские сети)***

Студент изучает предложенные материалы темы, решает задачи по теме и готовится к опросу по следующей тематике:

Аппарат графических моделей (байесовские и марковские сети). Аппарат байесовского вывода. Некоторые методы дискретной оптимизации. Методы структурного обучения. Факторизация байесовских сетей. Потенциалы и энергия клика, связь с байесовскими сетями.

## **6. Учебная литература и ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", включая перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)**

### **6.1. Основная литература.**

1. Косяков М.С. Введение в распределенные вычисления [Электронный ресурс] / М.С. Косяков. — Электрон. текстовые данные. — СПб. : Университет ИТМО, 2014. — 155 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/65816.html>  
Таненбаум Э. и др. Распределенные системы. Принципы и парадигмы. – СПб.: Питер, 2003.
2. Робинсон Ян, Вебер Джим, Эйфрем Эмиль Графовые базы данных: новые возможности для работы со связанными данными / пер. с англ. Р. Н. Рагимова; науч. ред. А. Н. Кисилев. – 2-е изд. – М.: ДМК Пресс, 2016. – 256 с.: ил.

## **6.2. Дополнительная литература.**

3. Харвиц Джудит, Нагент Алан, Халпер Ферн, Кауфман Марсиа Просто о больших данных «Эксмо» Библиотека Сбербанка 2015 г.
4. Изучаем Spark: молниеносный анализ данных [Электронный ресурс] / Х. Карау [и др.]. — Электрон. дан. — Москва : ДМК Пресс, 2015. — 304 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/90118>.
5. Уэс Маккинли Python и анализ данных [Электронный ресурс] / Маккинли Уэс. — Электрон. текстовые данные. — Саратов: Профобразование, 2017. — 482 с. — 978-5-4488-0046-7. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/64058.html>

## **6.4. Нормативные правовые документы.**

Не предусмотрены.

## **6.5. Интернет-ресурсы.**

1. <http://citeseer.ist.psu.edu/> — основной источник знаний по Computer Science, по многим статьям есть полные тексты
2. <http://citeseer.cs.msu.su/> — русскоязычная электронная библиотека научных статей
3. <http://arxiv.org/> — библиотека электронных публикаций, в основном по физике, но доля «Computer Science» в последнее время стремительно увеличивается
4. <http://rexa.info/> — библиографическая поисковая система по статьям, авторам и грантам
5. <http://elibrary.ru/> - российская научная электронная библиотека
6. <http://liinwww.ira.uka.de/bibliography/index.html>
7. библиографическая база данных для работы с BibTeX
8. <http://www.gotai.net/> -- русскоязычный сайт об искусственном интеллекте
9. Math-Net.ru -- общероссийский математический портал

## **7. Материально-техническая база, информационные технологии, программное обеспечение и информационные справочные системы**

Для лекций:

1. Персональный компьютер
2. Мультимедийный проектор
3. Доска, мел или маркеры

Для практических занятий:

1. Компьютерный класс,
2. Виртуальная машина Ubuntu 15.04 b выше с установленным Postgresql и MongoDB
3. Мультимедийный проектор
4. Доска, маркеры
5. Компилятор R-2.15.1 – GNU - <http://www.r-project.org/> либо интегрированная среда разработки RStudio – GNU AGP - <http://www.rstudio.com/ide/>.
6. Jupyter Notebook - бесплатная интерактивная оболочка для языка программирования Python, позволяющая объединить код, текст и диаграммы.
7. Компилятор Scala – <http://www.scala-lang.org/>
8. Программный комплекс анализа новостного сайта - "Crawler-Persona"
9. База данных "Централизация государственных закупок в 2014 г".
10. База данных учебно-методических материалов по дисциплине "Макроэкономика".

11. База данных Бюджетная и социально-экономическая статистика субъектов Российской Федерации.
12. База данных «Новые риски и группы бедности и факторы социально-экономического неравенства – 2016
13. База данных «Российская судебная практика по роялти и платежам за предоставление внутригрупповых услуг
14. Программа для ЭВМ «Расчет ожидаемой продолжительности здоровой жизни для различных категорий граждан России»
15. База данных «Результаты апробирования интеграционной практики “Интеркультурный футбол”
16. База данных «Результаты апробирования интеграционной практики “Живая библиотека”