**Федеральное государственное образовательное**

**бюджетное учреждение высшего образования**

**«ФинансовЫЙ УНИВЕРСИТЕТ при**

**Правительстве Российской Федерации»**

**(Финансовый университет)**

**Департамент анализа данных,**

**принятия решений и финансовых технологий**

Никитин П.В.

**ОБУЧЕНИЕ С ПОДКРЕПЛЕНИЕМ**

**Рабочая программа дисциплины**

для студентов, обучающихся по направлению подготовки

01.04.02 «Прикладная математика и информатика»,

направленность программы магистратуры

«Анализ больших данных и машинное обучение в экономике и финансах»

**Москва 2019**

**Федеральное государственное образовательное бюджетное**

**учреждение высшего образования  
«ФИНАНСОВЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ПРИ ПРАВИТЕЛЬСТВЕ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ»**

**(Финансовый университет)**

**Департамент анализа данных, принятия решений и**

**финансовых технологий**

|  |  |
| --- | --- |
| СОГЛАСОВАНО  ООО «Зеробит»  Руководитель отдела по работе с корпоративными заказчиками  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_К.Г.Базанов    «19» ноября 2019 г. | УТВЕРЖДАЮ  Ректор  \_\_\_\_\_\_\_\_\_М.А. Эскиндаров  «26» ноября 2019 г. |

Никитин П.В.

**ОБУЧЕНИЕ С ПОДКРЕПЛЕНИЕМ**

**Рабочая программа дисциплины**

для студентов, обучающихся по направлению подготовки

01.04.02 «Прикладная математика и информатика»,

направленность программы магистратуры

«Анализ больших данных и машинное обучение в экономике и финансах»

*Рекомендовано Ученым советом   
факультета прикладной математики и информационных технологий*

*(протокол № 19 от 19.11.2019 г.)*

*Одобрено Советом учебно-научного департамента анализа данных,   
принятия решений и финансовых технологий  
(протокол № 3 от 15.10.2019 г.)*

**Москва 2019**

Рецензенты: А.В. Чечкин, д.ф.-м.н., профессор департамента анализа данных, принятия решений и финансовых технологий

**Никитин П.В. «Обучение с подкреплением»**. Рабочая программа дисциплины для студентов, обучающихся по направлению подготовки 01.04.02 «Прикладная математика и информатика», профиль «Анализ больших данных и машинное обучение в экономике и финансах» — М.: Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации, департамент «Анализа данных, принятия решений и финансовых технологий», 2019.-   17 с.

Дисциплина «Обучение с подкреплением» относится к Модулю направленности программы магистратуры.

В рабочей программе дисциплины представлены цели и задачи дисциплины, требования к результатам освоения дисциплины, содержание дисциплины, тематика практических занятий и технология их проведения, формы самостоятельной работы студентов, система оценивания, учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.

УДК 003.26.09 ББК \_\_\_\_\_\_\_\_\_

***Учебное издание***

***Никитин Петр Владимирович***

**Обучение с подкреплением**

***Рабочая программа дисциплины***

Компьютерный набор, верстка П.В. Никитин

Формат 60х90/16. Гарнитура Times New Roman

Усл. п.л.\_\_\_\_\_ . Изд. № \_\_\_\_ .Тираж - \_\_\_\_ экз.

*Заказ №*

*Отпечатано в Финуниверситете*

© **П.В. Никитин, 2019**

© **Финансовый университет, 2019**

**ОГЛАВЛЕНИЕ**

[1. Наименование дисциплины ………………………………………………...4](#_Toc29798381)

[2. Перечень планируемых результатов освоения образовательной программы с указанием индикаторов их достижения и планируемых результатов обучения по дисциплине. 4](#_Toc29798382)

[3. Место дисциплины в структуре образовательной программы 5](#_Toc29798384)

[4. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах и в академических часах с выделением объема аудиторной (лекции, семинары) и самостоятельной работы обучающихся 5](#_Toc29798385)

[5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) дисциплины с указанием их объемов (в академических часах) и видов учебных занятий 6](#_Toc29798386)

[5.1. Содержание дисциплины 6](#_Toc29798387)

[5.2. Учебно-тематический план 7](#_Toc29798388)

[5.3. Содержание семинаров, практических занятий 8](#_Toc29798389)

[6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине 9](#_Toc29798390)

[6.1. Перечень вопросов, отводимых на самостоятельное освоение дисциплины, формы внеаудиторной самостоятельной работы 9](#_Toc29798391)

[6.2. Перечень вопросов, заданий, тем для подготовки к текущему контролю….. 10](#_Toc29798392)

[7. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине 11](#_Toc29798393)

[8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины 15](#_Toc29798394)

[9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины 16](#_Toc29798395)

[10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины 16](#_Toc29798396)

[11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень необходимого программного обеспечения и информационных справочных систем 17](#_Toc29798397)

[12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине 17](#_Toc29798398)

# Наименование дисциплины

Обучение с подкреплением.

# Перечень планируемых результатов освоения образовательной программы с указанием индикаторов их достижения и планируемых результатов обучения по дисциплине.

# Дисциплина «Обучение с подкреплением» обеспечивает формирование следующих компетенций: ДКН-3, ДКН-4

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Код компетенции** | **Наименование компетенции** | **Индикаторы достижения компетенции[[1]](#footnote-1)** | **Результаты обучения (владения[[2]](#footnote-2), умения и знания), соотнесенные с компетенциями/индикаторами достижения компетенции** |
| ДКН-3 | Способность строить и оценивать модели машинного обучения в прикладных задачах | 1.Демонстрирует знание возможности, условий применимости и свойств наиболее распространенных методов машинного обучения при построении, проверке качества и практического применения математических моделей. | **Знать:** о теоретических основах алгоритмов машинного обучения с подкреплением, типах задач анализа данных и методов анализ данных  **Уметь:** применять алгоритм машинного обучения с подкреплением в соответствии с поставленной задачей при построении, проверки качества и практического применения математических моделей. |
| 2.Делает правильные выводы из сопоставления результатов теории и эксперимента, выделяет из практических задач их постановку для машинного обучения. | **Знать:** основные метрики, методы, методики и технологии для сопоставления результатов теории и эксперимента.  **Уметь:** выделять данные из практических задач для дальнейшего проектирования математических моделей с использованием технологий машинного обучения с подкреплением. |
| 3.Строит и правильно оценивает степень достоверности модели машинного обучения в задачах экономики и финансах. | **Знать:** основные метрики, методы, методики и технологии для правильного оценивания степени достоверности модели машинного обучения в задачах экономики и финансах  **Уметь:** строить модели машинного обучения для задач экономики и финансов, правильно оценивать ее достоверность. |
| ДКН-4 | Способность обосновывать и принимать решения с помощью технологий интеллектуального анализа данных и машинного обучения | 1.Владеет методикой принятия решений, основанной на технологиях интеллектуального анализа данных и машинного обучения. | **Знать:** теоретические аспекты, методики и технологии для интеллектуального анализа данных и машинного обучения.  **Уметь:** использовать алгоритмы, основанные на технологиях интеллектуального анализа данных и машинного обучения, для решения задач в области экономики и финансов |
| 2.Обосновывает принимаемые решения с помощью технологий интеллектуального анализа данных и машинного обучения. | **Знать:** основные метрики, методы, методики и технологии для обоснования принимаемых решений с помощью технологий интеллектуального анализа данных и машинного обучения  **Уметь:** обосновывать принимаемые решения с помощью технологий интеллектуального анализа данных и машинного обучения |

# Место дисциплины в структуре образовательных программ

Дисциплина «Обучение с подкреплением» относится к Модулю направленности программы магистратуры.

Дисциплина «Обучение с подкреплением» базируется на знаниях, полученных при изучении дисциплин «Методы визуализации данных», «Прикладные модели и методы регрессионного анализа», «Прикладные модели и методы факторного, дискриминантного и кластерного анализа».

# Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах и в академических часах с выделением объема аудиторной (лекции, семинары) и самостоятельной работы обучающихся

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зачётных единицы.

Вид промежуточной аттестации – экзамен.

Вид текущего контроля – контрольная работа.

*Очная форма обучения 2019, 2020 г.*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Вид учебной работы**  **по дисциплине** | **Всего**  **(в з/е и часах)** | **Модуль 4**  **(в часах)** |
| **Общая трудоемкость дисциплины** | **3 з/е, 108 ч.** | **108** |
| ***Контактная работа***  ***- Аудиторные занятия*** | ***30*** | ***30*** |
| *Лекции* | *10* | *10* |
| *Семинары,*  *практические занятия* | *20* | *20* |
| ***Самостоятельная работа*** | ***78*** | ***78*** |
| Вид текущего контроля | *Контрольная работа* | *Контрольная работа* |
| Вид промежуточной аттестации | Экзамен | Экзамен |

# Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) дисциплины с указанием их объемов (в академических часах) и видов учебных занятий

## Содержание дисциплины

**1. Задачи обучения с подкреплением. Оценочная обратная связь**

Элементы обучения с подкреплением. Задача о многоруком бандите. Жадные и эпсилон-жадные стратегии. Метод UCB (upper confidence bound). Стратегия Softmax.

Взаимосвязь агент – окружающая среда. Цели и вознаграждения. Выгода. Марковские процессы принятия решений. Оптимальные функции ценности.

**2. Методы Монте-Карло. Обучение по временной разнице**

Прямое обучение от опыта агента. Обучение по полным эпизодам. Обучение по средней награде. Управление с разделяющей оценкой ценности стратегии.

Метод временных разностей TD. Метод Q-обучения. Градиентная оптимизация стратегии (policy gradient). Связь с максимизацией log-правдоподобия. Игры, послесостояния и другие особые случаи.

**3. Планирование и обучение. Оценка функции**

Обучение на основе моделей. Понятие модели в обучении с подкреплением. Использование данных о модели в обучении с подкреплением. Эвристический поиск.

Задачи обучения с подкреплением, в которых требуется оценка функции. Характеристики состояния системы. Алгоритмы машинного обучения для оценки функции цены.

**4. Важнейшие аспекты обучения с подкреплением. Конкретные примеры**

Единый подход. Иерархическое обучение с подкреплением. Определение суб-компонент. Алгоритмы MAXQ и ALISP. Мульти-агентное обучение с подкреплением. Методы полной координации. Методы непрямой координации.

Программы: «Беспилотный автомобиль», «Управление лифтом», «Прогулка по скале», «Задача планирования».

## Учебно-тематический план

*Очная форма обучения 2019, 2020 г.*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №  п/п | **Наименование тем (разделов)**  **дисциплины** | **Трудоёмкость в часах** | | | | | | **Формы текущего контроля успеваемости** |
| **Все**  **го** | **Аудиторная работа** | | | | **Самостоятельная работа** |
| Общ  ая, в т.ч.: | Лекции | Семина  ры, практические занятия | Занятия в интерактивных формах |
| 1. | Задачи обучения с подкреплением. Оценочная обратная связь | 20 | 6 | 2 | ~~4~~ | 2 | 14 | Самостоятельные работы. Участие в решении задач на практических занятиях. Собеседования по домашним заданиям. |
| 2. | Методы Монте-Карло. Обучение по временной разнице | 24 | 8 | 2 | 6 | 2 | 16 |
| 3. | Планирование и обучение. Оценка функции | 30 | 6 | 2 | 4 | 2 | 24 |
| 4. | Важнейшие аспекты обучения с подкреплением. Конкретные примеры | 34 | 10 | 4 | 6 | 2 | 24 |
|  | В целом по дисциплине | 108 | 30 | 10 | 20 | 8 | 78 | Контрольная работа |
|  | Итого в % |  |  |  |  | 1. % |  |  |

## 

## Содержание семинаров, практических занятий

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Наименование тем (разделов) дисциплины** | **Перечень вопросов для обсуждения на семинарских, практических занятиях, рекомендуемые источники из разделов 8,9 (указывается раздел и порядковый номер источника)** | **Формы проведения занятий** |
| Задачи обучения с подкреплением. Оценочная обратная связь | Введение в обучение с подкреплением: от многорукого бандита до полноценного RL агента. Задача выбора распознающего детектора. Алгоритм жадного выбора детектора  *Рекомендуемые источники: п.8, [1]-[4]; п.9, [12], [14]* | Интерактивная форма, Практикум по решению задач по тематике занятия в малых группах (2-4 студента) и коллективное обсуждение решений |
| Методы Монте-Карло. Обучение по временной разнице | Обучающие методы Монте-Карло.  Прямое обучение от опыта агента. Обучение по полным эпизодам. Обучение по средней награде.  Обучение по временной разнице.  Бутстрэп по оценке функции ценности. TD-Lambda алгоритм  *Рекомендуемые источники: п.8, [1]-[4];* | Интерактивная форма, Практикум по решению задач по тематике занятия в малых группах (2-4 студента) и коллективное обсуждение решений |
| Планирование и обучение. Оценка функции | Обучение на основе моделей.  Понятие модели в обучении с подкреплением. Использование данных о модели в обучении с подкреплением.  Оценка функции.  Задачи обучения с подкреплением, в которых требуется оценка функции. Характеристики состояния системы. Алгоритмы машинного обучения для оценки функции цены.  *Рекомендуемые источники: п.8, [1]-[4]; п.9, [13], [15* | Интерактивная форма, Практикум по решению задач по тематике занятия в малых группах (2-4 студента) и коллективное обсуждение решений |
| Важнейшие аспекты обучения с подкреплением. Конкретные примеры | Иерархическое обучение с подкреплением.  Назначение иерархических методов обучения с подкреплением. Определение суб-компонент. Алгоритмы MAXQ и ALISP  Мульти-агентное обучение с подкреплением.  Постановка задачи мульти-агентного обучения с подкреплением. Методы полной координации. Методы непрямой координации.  *Рекомендуемые источники: п.8, [1]-[4]; п.9, [10]- [14]* | Интерактивная форма, Практикум по решению задач по тематике занятия в малых группах (2-4 студента) и коллективное обсуждение решений |

# 

# 6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

## 6.1. Перечень вопросов, отводимых на самостоятельное освоение дисциплины, формы внеаудиторной самостоятельной работы

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Наименование тем (разделов) дисциплины** | **Перечень вопросов, отводимых на самостоятельное освоение** | **Формы внеаудиторной самостоятельной работы** |
| Задачи обучения с подкреплением. Оценочная обратная связь | Пошаговая реализация обучения. Нестандартные задачи. Сравнения с подкреплением. Методы преследования. Ассоциативный поиск. Марковские процессы принятия решений. | Работа с учебной литературой. Решение типовых задач. Разбор вопросов по теме занятия. Выполнение домашних заданий к каждому занятию. |
| Методы Монте-Карло. Обучение по временной разнице | Оценка стратегии методами Монте-Карло. Уравнение по методу Монте-Карло с интегрированной оценкой ценности стратегий. Уравнение по методу Монте-Карло с разделенной оценкой ценности стратегий. Методы исполнитель-критик. R-обучение для не приведенных продолжающих задач. | Работа с учебной литературой. Решение типовых задач. Разбор вопросов по теме занятия. Выполнение домашних заданий к каждому занятию. |
| Планирование и обучение. Оценка функции | Когда модель не верна. Приоритетная подгонка. Эвристический поиск. | Работа с учебной литературой. Решение типовых задач. Разбор вопросов по теме занятия. Выполнение домашних заданий к каждому занятию. |
| Важнейшие аспекты обучения с подкреплением. Конкретные примеры | Программа TD-Gammon. Динамическое распределение каналов. Задача планирования. | Работа с учебной литературой. Решение типовых задач. Разбор вопросов по теме занятия. Выполнение домашних заданий к каждому занятию. |

## Перечень вопросов, заданий, тем для подготовки к текущему контролю

***Примерные вопросы к контрольной работе***

1. Марковские процессы принятия решений.
2. Оптимальные функции ценности.
3. Прямое обучение от опыта агента.
4. Обучение по полным эпизодам.
5. Обучение по средней награде.
6. Управление с разделяющей оценкой ценности стратегии.
7. Метод временных разностей TD.
8. Метод Q-обучения.
9. Градиентная оптимизация стратегии (policy gradient).
10. Связь с максимизацией log-правдоподобия.
11. Оценка стратегии методами Монте-Карло.
12. Уравнение по методу Монте-Карло с интегрированной оценкой ценности стратегий.
13. Уравнение по методу Монте-Карло с разделенной оценкой ценности стратегий.
14. Методы исполнитель-критик.
15. R-обучение для не приведенных продолжающих задач.

***Примерные задания контрольной работы***

1. Есть **n** игровых автоматов, в каждом из которых фиксирована вероятность выигрыша. Найти слот-машину с наибольшим ожидаемым выигрышем и всегда выбирать именно ее.
2. Создание робота для иrры Last Coin Standing («Последняя монета»)
3. Создание робота для игры Тiс-Тас-Тое («Крестики-нолики»)
4. Создание двух роботов, играющих между собой в игру Connect Four («Четыре в ряд»)
5. Создание двух роботов, играющих между собой в игру Hexapawn («Шесть пешек»)

**Критерии бальной оценки различных форм текущего контроля успеваемости**

Критерии бальной оценки различных форм текущего контроля успеваемости содержится в соответствующих методических рекомендациях Департамента анализа данных, принятия решений и финансовых технологий.

# Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по данной дисциплине

Перечень компетенций с указанием индикаторов их достижения в процессе освоения образовательной программы содержится в разделе 2. *«Перечень планируемых результатов освоения образовательной программы с указанием индикаторов их достижения и планируемых результатов обучения по дисциплине».*

**Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки индикаторов достижения компетенций, знаний и умений**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Код компетенций** | **Наименование компетенций** | **Примеры типовых заданий** |
| ДКН-3 | Способность строить и оценивать модели машинного обучения в прикладных задачах | **1.Демонстрирует знание возможности, условий применимости и свойств наиболее распространенных методов машинного обучения при построении, проверке качества и практического применения математических моделей.**  **Задание 1.**  Проверьте качество разработанной математической модели с использованием алгоритма Q-learning для задачи «Однорукий бандит»  **2.Делает правильные выводы из сопоставления результатов теории и эксперимента, выделяет из практических задач их постановку для машинного обучения.**  **Задание 2.**  Сопоставьте теоретические результаты разработанной математической модели с полученными результатами моделирования для задачи выбора распознающего детектора.  **3.Строит и правильно оценивает степень достоверности модели машинного обучения в задачах экономики и финансах.**  **Задание 3.**  Постройте и реализуйте жадные и ϵ-жадные стратегии для работы биржевого чат-бота. Оцените степень достоверности работы для обеих стратегий. |
| ДКН-4 | Способность обосновывать и принимать решения с помощью технологий интеллектуального анализа данных и машинного обучения | **1.Владеет методикой принятия решений, основанной на технологиях интеллектуального анализа данных и машинного обучения.**  **Задание 1.**  Реализуйте алгоритмы Q-learning и SARSA и оцените их эффективность в задаче darkgrid  **2.Обосновывает принимаемые решения с помощью технологий интеллектуального анализа данных и машинного обучения.**  **Задание 2.**  Поменяйте разработанную модель для задачи «Однорукий бандит» так, чтобы при команде на действие, оно выполнялось с вероятностью 70% и повторите предыдущие эксперименты |

***Примерные вопросы для подготовки к экзамену***

1. Элементы обучения с подкреплением
2. Методы вычисления значений ценности действий
3. Выбор действия с помощью операции softmax
4. Пошаговая реализация обучения
5. Оптимистические начальные оценки
6. Сравнения с подкреплением
7. Методы преследования
8. Ассоциативный поиск
9. Элементы обучения с подкреплением.
10. Жадные и эпсилон-жадные стратегии.
11. Метод UCB (upper confidence bound).
12. Стратегия Softmax.
13. Взаимосвязь агент – окружающая среда.
14. Цели и вознаграждения.
15. Выгода.
16. Марковские процессы принятия решений.
17. Оптимальные функции ценности.
18. Прямое обучение от опыта агента.
19. Обучение по полным эпизодам.
20. Обучение по средней награде.
21. Управление с разделяющей оценкой ценности стратегии.
22. Метод временных разностей TD.
23. Метод Q-обучения.
24. Градиентная оптимизация стратегии (policy gradient).
25. Связь с максимизацией log-правдоподобия.
26. Оценка стратегии методами Монте-Карло.
27. Уравнение по методу Монте-Карло с интегрированной оценкой ценности стратегий.
28. Уравнение по методу Монте-Карло с разделенной оценкой ценности стратегий.
29. Методы исполнитель-критик.
30. R-обучение для не приведенных продолжающих задач.
31. Обучение на основе моделей.
32. Понятие модели в обучении с подкреплением.
33. Использование данных о модели в обучении с подкреплением.
34. Эвристический поиск.
35. Задачи обучения с подкреплением, в которых требуется оценка функции.
36. Характеристики состояния системы.
37. Алгоритмы машинного обучения для оценки функции цены.
38. Единый подход.
39. Иерархическое обучение с подкреплением.
40. Определение суб-компонент.
41. Алгоритмы MAXQ и ALISP.
42. Мульти-агентное обучение с подкреплением.
43. Методы полной координации.
44. Методы непрямой координации.

***Пример экзаменационного билета***

Федеральное государственное образовательное бюджетное учреждение

высшего профессионального образования

**«ФИНАНСОВЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**ПРИ ПРАВИТЕЛЬСТВЕ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ»**

Департамент анализа данных, принятия решений и финансовых технологий

Дисциплина: Обучение с подкреплением

Факультет: Прикладной математики и информационных технологий.

Форма обучения: очная

Направление подготовки: Прикладная математика и информатика

НПМ: Анализ больших данных и машинное обучение в экономике и финансах

Учебный 20 /20 год \_\_\_\_ модуль

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №**

1. Конструирование строк с использованием жадного поиска. (30 баллов)
2. Задача. Решение задачи символической регрессии (30 баллов).

Подготовил

Заместитель руководителя

Дата \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

# Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

**а) основная:**

1. Кондрашов, Ю.Н. Анализ данных и машинное обучение на платформе MS SQL Server: учебное пособие / Ю.Н. Кондрашов. — Москва: Русайнс, 2020. — 303 с. — Текст : непосредственный.— То же .— ЭБС BOOK.ru. — URL: https://book.ru/book/933497 (дата обращения: 05.03.2020). — Текст : электронный.

2. Рашка, С. Python и машинное обучение: крайне необходимое пособие по новейшей предсказательной аналитике, обязательное для более глубокого понимания методологии машинного обучения: Практическое пособие / C.Рашка; пер.с англ. А.В.Логунова. - Москва: ДМК Пресс, 2017. - 418 с. – ЭБС ZNANIUM.com. - URL: https://new.znanium.com/catalog/product/1027758 (дата обращения: 05.03.2020). - Текст : электронный.

**б) дополнительная:**

3.Ростовцев, В.С. Искусственные нейронные сети : учебник / В.С. Ростовцев. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 216 с. — ЭБС Лань. — URL: https://e.lanbook.com/book/122180 (дата обращения: 05.03.2020). — Текст : электронный

4. Нестеров, С.А. Основы интеллектуального анализа данных. Лабораторный практикум : учебное пособие / С.А. Нестеров. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 40 с. — ЭБС Лань .— URL: https://e.lanbook.com/book/130181 (дата обращения: 05.03.2020). — Текст : электронный.

# Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

1. Информационно-образовательный портал Финансового университета при Правительстве Российской Федерации <http://portal.ufrf.ru/>

2. Сайт департамента анализа данных, принятия решений и финансовых технологий.

3. Электронная библиотека Финансового университета (ЭБ) <http://elib.fa.ru/> (<http://librarry.fa.ru/files/elibfa.pdf>)

4. Электронно-библиотечная система BOOK.RU http://www.book.ru

5. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека ОНЛАЙН» <http://biblioclub.ru/>

1. Электронно-библиотечная система Znanium http://www.znanium.com
2. «Деловая онлайн библиотека» издательства «Альпина Паблишер» http://lib.alpinadigital.ru/en/library
3. Электронно-библиотечная система издательства «Лань» https://e.lanbook.com/
4. Электронно-библиотечная система издательства «ЮРАЙТ» https://www.biblio-online.ru/
5. Научная электронная библиотека eLibrary.ru <http://elibrary.ru>
6. [*http://rts.micex.ru/*](http://rts.micex.ru/)
7. [*http://www.gks.ru/*](http://www.gks.ru/)
8. [*http://www.cbr.ru/*](http://www.cbr.ru/)
9. Электронная библиотека ([**www.bibliotekar.ru**](http://www.bibliotekar.ru)**)**.

# Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Самостоятельная работа студентов проходит аудиторно и внеаудиторно. Организации самостоятельной работы служит учебно-тематический план изучения дисциплины. В этом плане указана тематика лекций, практических занятий, вопросы и задания для самостоятельного изучения.

Домашние задания следует выполнять регулярно при подготовке к практическим занятиям. Контроль выполнения домашних заданий осуществляется в ходе практических занятий в процессе выборочного собеседования.

# Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень необходимого программного обеспечения и информационных справочных систем

11.1. Комплект лицензионного программного обеспечения:

1.Windows, Microsoft Office,

2. Антивирус ESET Endpoint Security.

11.2 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

1. Информационно-правовая система «Консультант Плюс»,

2. Информационно-правовая система «Гарант»,

3. Электронная энциклопедия: <http://ru.wikipedia.org/wiki/Wiki>

4.Система комплексного раскрытия информации «СКРИН» -http://www.skrin.ru/

11.3 Сертифицированные программные и аппаратные средства защиты информации: не предусмотрены.

11.4. Свободный open source дистрибутив для языков программирования Python - ANACONDA

11.5. Эконометрический пакет R и интерфейс RStudio.

11.6. Электронная таблица EXCEL

# Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Аудитории для проведения занятий.

1. Заполняется при реализации актуализированных ОС ВО ФУ и ФГОС ВО3++ [↑](#footnote-ref-1)
2. Владения формулируются только при реализации ОС ВО ФУ первого поколения и ФГОС ВО 3+ [↑](#footnote-ref-2)