

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Балтийский федеральный университет имени Иммануила Канта»  
Высшая школа компьютерных наук и искусственного интеллекта

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Интерпретируемое машинное обучение**

**Шифр: 02.03.02**

**Направление подготовки: Фундаментальная информатика и информационные  
технологии**

**Профиль: Программная инженерия в искусственном интеллекте**

**Квалификация (степень) выпускника: бакалавр**

## Лист согласования

**Составитель:** Верещагин Михаил Дмитриевич, PhD, директор Высшей школы компьютерных наук и искусственного интеллекта

Рабочая программа утверждена на заседании  
Ученого совета ОНК «Институт высоких технологий»

Протокол № 33 от «27» октября 2023 г.

Председатель Ученого совета ОНК «Институт высоких технологий»

Профессор, д.ф.-м.н.

А.В. Юров

Директор высшей школы компьютерных наук  
и искусственного интеллекта

М.Д. Верещагин

Руководитель ОПОП ВО

С.С. Головин

## Содержание

1. Наименование дисциплины «Интерпретируемое машинное обучение».
2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.
3. Место дисциплины в структуре образовательной программы.
4. Виды учебной работы по дисциплине.
5. Содержание дисциплины, в том числе практической подготовки в рамках дисциплины, структурированное по темам.
6. Рекомендуемая тематика учебных занятий в форме контактной работы.
7. Методические рекомендации по видам занятий
8. Фонд оценочных средств
  - 8.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы в рамках учебной дисциплины
  - 8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности в процессе текущего контроля
  - 8.3. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине
  - 8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания
9. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины
11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.
12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

## 1. Наименование дисциплины: «Интерпретируемое машинное обучение».

**Целью** курса «Интерпретируемое машинное обучение» является рассмотрение алгоритмов для заранее известных моделей машинного обучения и для случаев, когда устройство модели представляет собой «черный ящик», изучение способы интерпретации прогнозов построенной модели и интерпретация отдельных примеров.

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

Код и содержание компетенции.	Результаты освоение образовательной программы (ИДК)	Результаты обучения по дисциплине
ПК-5. Способен использовать инструментальные средства для решения задач машинного обучения	ПК-5.1. Осуществляет оценку и выбор инструментальных средств для решения поставленной задачи ПК-5.2. Разрабатывает модели машинного обучения для решения задач ПК-5.3. Создает, поддерживает и использует системы искусственного интеллекта, включающие разработанные модели и методы, с применением выбранных инструментов машинного обучения	<b>Знать:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• возможности современных инструментальных средств и систем программирования для решения задач анализа данных и машинного обучения</li><li>• функциональные возможности современных инструментальных средств и систем программирования в области создания моделей и методов машинного</li><li>• принципы проведения машинного эксперимента, проблемы переобучения и недообучения модели, требования к обучающей, тестовой и валидационной выборкам для решения задач анализа данных и машинного обучения</li><li>• принципы построения систем искусственного интеллекта, методы и подходы к планированию и реализации проектов по созданию систем искусственного интеллекта с</li></ul>

		<p>применением машинного обучения</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• методологию проведения массово параллельных вычислений для ускорения машинного обучения (с использованием GPU)</li><li>• принципы работы распределенных кластерных систем</li></ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• проводить сравнительный анализ и осуществлять выбор инструментальных средств для решения задач машинного обучения</li><li>• применять современные инструментальные средства и системы программирования для разработки моделей машинного обучения</li><li>• Умеет планировать и выполнять машинные эксперименты, оценивать точность и качество построенных моделей</li><li>• решать задачи по выполнению коллективной проектной деятельности для создания, поддержки и использования системы искусственного интеллекта с применением машинного обучения и массово параллельных вычислений для ускорения машинного обучения</li><li>• работать с распределенной кластерной системой при создании, поддержке и</li></ul>
--	--	--

		<p>использовании систем искусственного интеллекта</p> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• инструментальными средствами для решения задач машинного обучения</li> <li>• современными инструментальными средствами и системами программирования для разработки моделей машинного обучения</li> <li>• владеть способами выполнения коллективной проектной деятельности для создания, поддержки и использования системы искусственного интеллекта с применением машинного обучения и массово параллельных вычислений для ускорения машинного обучения</li> <li>• владеть инструментами работы с распределенной кластерной системой при создании, поддержке и использовании систем искусственного интеллекта</li> </ul>
<p>ПК-9. Способен создавать и внедрять одну или несколько сквозных цифровых субтехнологий искусственного интеллекта</p>	<p>ПК-9.1. Участвует в реализации проектов в области сквозной цифровой субтехнологии «Компьютерное зрение»</p> <p>ПК-9.2. Участвует в реализации проектов в области сквозной цифровой субтехнологии «Обработка естественного языка»</p>	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• принципы</li> <li>• построения систем обработки естественного языка, методы и технологии искусственного интеллекта для анализа естественного языка, методы и подходы к планированию и реализации проектов по созданию систем</li> </ul>

		<p>искусственного интеллекта на основе сквозной цифровой субтехнологии «Обработка естественного языка»</p> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• применять методы и подходы к планированию и реализации проектов по созданию и поддержке систем искусственного интеллекта основе сквозной цифровой субтехнологии «Обработка естественного языка»</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• методами и подходами к планированию и реализации проектов по созданию и поддержке систем искусственного интеллекта основе сквозной цифровой субтехнологии «Обработка естественного языка»</li> </ul>
--	--	--

### 3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

«Интерпретируемое машинное обучение» представляет собой дисциплину Части, формируемой участниками образовательных отношений (Б1.В.ДВ.04) направления подготовки бакалавриата 02.03.02 «Фундаментальная информатика и информационные технологии», профиль «Программная инженерия в искусственном интеллекте».

### 4. Виды учебной работы по дисциплине.

Виды учебной работы по дисциплине зафиксированы учебным планом основной профессиональной образовательной программы по указанному направлению и профилю, выражаются в академических часах. Часы контактной работы и самостоятельной работы обучающегося и часы, отводимые на процедуры контроля, могут различаться в учебных планах ОПОП по формам обучения. Объем контактной работы включает часы контактной аудиторной работы (лекции/практические занятия/ лабораторные работы), контактной внеаудиторной работы (контроль самостоятельной работы), часы контактной работы в период аттестации. Контактная работа, в том числе может проводиться посредством электронной информационно-образовательной среды университета с использованием ресурсов сети Интернет и дистанционных технологий

### 5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

Исходя из рамок, установленных учебным планом по трудоемкости и видам учебной работы по дисциплине, преподаватель самостоятельно выбирает тематику занятий по формам и количеству часов проведения контактной работы: лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации преподавателем и (или) занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, в том числе индивидуальные консультации (по курсовым работам/проектам – при наличии курсовой работы/проекта по данной дисциплине в учебном плане). Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе с обучающимися очной формы обучения. В случае реализации образовательной программы в заочной / очно-заочной форме трудоемкость дисциплины сохраняется, однако объем учебного материала в значительной части осваивается обучающимися в форме самостоятельной работы. При этом требования к ожидаемым образовательным результатам обучающихся по данной дисциплине не зависят от формы реализации образовательной программы

№ п/п	Наименование раздела	Содержание раздела
1	Тема 1 Введение в интерпретируемое машинное обучение.	. Обзор существующих результатов в области машинного обучения и кибербезопасности. Основная терминология интерпретируемого машинного обучения. Ключевые аспекты. Открытые проблемы. Свойства и метрики качества интерпретируемости
2	Тема 2 Интерпретируемые модели	- линейная регрессия - логистическая регрессия - GLM, GAM - деревья решений - ассоциативные правила - RuleFit - наивный байесовский классификатор - knn
3	Тема 3 Методы интерпретации независимые от модели	- PDP - ICE - ALE - SHAP - глобальные методы - локальные методы, LIME
4	Тема 4. Методы и технологии интерпретации	Интерпретация с помощью примеров Правдоподобные и противоречащие объяснения Визуализация рекуррентных нейронных сетей Методы интерпретации для многомерного прогнозирования и анализа чувствительности Отбор признаков для задачи интерпретации Методы устранения предвзятости. Методы определения причинно-следственных связей Способы модификации модели для лучшей интерпретируемости



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

Рекомендуемая тематика учебных занятий лекционного типа (предусматривающих преимущественную передачу учебной информации преподавателями):

№	Наименование раздела	Тема лекции
1	Тема 1 Введение в интерпретируемое машинное обучение.	Лекция 1 Введение в интерпретируемое машинное обучение.
2	Тема 2 Интерпретируемые модели	Лекция 2 Интерпретируемые модели
3	Тема 3 Методы интерпретации независимые от модели	Лекция 3 Методы интерпретации независимые от модели
4	Тема 4. Методы и технологии интерпретации	Лекция 4. Методы и технологии интерпретации

### Рекомендуемая тематика практических занятий:

1. Тема 1 Введение в интерпретируемое машинное обучение.
2. Тема 2 Интерпретируемые модели
3. Тема 3 Методы интерпретации независимые от модели
4. Тема 4. Методы и технологии интерпретации

### Требования к самостоятельной работе обучающихся

1. Работа с лекционным материалом, предусматривающая проработку конспекта лекций и учебной литературы, по всем темам из п. 6 настоящей рабочей программы.
2. Выполнение домашнего задания, предусматривающего решение задач, выполнение упражнений, выдаваемых на практических занятиях, по всем темам из п. 6 настоящей рабочей программы.

Руководствуясь положениями статьи 47 и статьи 48 Федерального закона от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» научно-педагогические работники и иные лица, привлекаемые университетом к реализации данной образовательной программы, пользуются предоставленными академическими правами и свободами в части свободы преподавания, свободы от вмешательства в профессиональную деятельность; свободы выбора и использования педагогически обоснованных форм, средств, методов обучения и воспитания; права на творческую инициативу, разработку и применение авторских программ и методов обучения и воспитания в пределах реализуемой образовательной программы и отдельной дисциплины.

Исходя из рамок, установленных учебным планом по трудоемкости и видам

учебной работы по дисциплине, преподаватель самостоятельно выбирает тематику занятий по формам и количеству часов проведения контактной работы: лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации преподавателем и (или) занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, в том числе индивидуальные консультации (по курсовым работам/проектам – при наличии курсовой работы/проекта по данной дисциплине в учебном плане).

Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе с обучающимися очной формы обучения. В случае реализации образовательной программы в заочной / очно-заочной форме трудоемкость дисциплины сохраняется, однако объем учебного материала в значительной части осваивается обучающимися в форме самостоятельной работы. При этом требования к ожидаемым образовательным результатам обучающихся по данной дисциплине не зависят от формы реализации образовательной программы.

## **7. Методические рекомендации по видам занятий**

### **Лекционные занятия.**

В ходе лекционных занятий обучающимся рекомендуется выполнять следующие действия. Вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации по их применению. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых во внеаудиторное время можно сделать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений.

### **Практические и семинарские занятия.**

На практических и семинарских занятиях в зависимости от темы занятия выполняется поиск информации по решению проблем, практические упражнения, контрольные работы, выработка индивидуальных или групповых решений, итоговое обсуждение с обменом знаниями, участие в круглых столах, разбор конкретных ситуаций, командная работа, представление портфолио и т.п.

### **Самостоятельная работа.**

Самостоятельная работа осуществляется в виде изучения литературы, эмпирических данных по публикациям и конкретных ситуаций из практики, подготовке индивидуальных работ, работа с лекционным материалом, самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины; поиск и обзор литературы и электронных источников; чтение и изучение учебника и учебных пособий.

## **8. Фонд оценочных средств**

### **8.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы в рамках учебной дисциплины**

Основными этапами формирования указанных компетенций при изучении обучающимися дисциплины являются последовательное изучение содержательно связанных между собой тем учебных занятий. Изучение каждой темы предполагает овладение обучающимися необходимыми компетенциями. Результат аттестации

обучающихся на различных этапах формирования компетенций показывает уровень освоения компетенций.

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или её части)	Оценочные средства по этапам формирования компетенций
		текущий контроль по дисциплине
Тема 1 Введение в интерпретируемое машинное обучение.	ПК-5	Лабораторная работа
Тема 2 Интерпретируемые модели	ПК-5	Лабораторная работа
Тема 3 Методы интерпретации независимые от модели	ПК-5 ПК-9	Лабораторная работа
Тема 4. Методы и технологии интерпретации	ПК-5 ПК-9	Тесты

## 8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности процессе текущего контроля

Примеры заданий для практических занятий

**Задача 1.** Интерпретация для задачи регрессии. Задан датасет, содержащий в себе информацию о весе и росте 25000 человек. Обучить модель, построить уравнение линейной регрессии вида  $weight = \beta_0 + \beta_1 height$ . Визуализировать обучающую выборку вместе с полученным уравнением. Посчитать MAE, MSE, коэффициент корреляции Пирсона. Объяснить полученные значения.

**Задача 2.** Поиск ассоциативных правил с помощью ПП SPMF:

(a) Для массива данных о контекстной рекламе 2000 компаний  $\times$  3000 словосочетаний найти ассоциативные правила для минимальной поддержки  $minsupp = 35$  и  $minconf = 1$ . Необходимо указать число таких правил.

(b) Для исходного массива данных найти замкнутые ассоциативные правила для минимальной поддержки  $minsupp=35$  и  $minconf=1$ . Необходимо указать число таких правил.

(c) Для исходного массива данных найти 5 самых частых правил при минимальной достоверности  $minconf = 0,8$ . Необходимо указать эти правила и дать интерпретацию.

**Задача 3.** Анализ посещаемости сайтов на основе решеток формальных понятий:

Для трех контекстов о посещаемости некоторого сайта в терминах посещениях сайтов новостной, образовательной и финансовой тематики необходимо выполнить:

(a) Удалением некоторого числа сайтов (признаков) или пользователей (объектов) добиться числа формальных понятий не менее 100, но не сильно превышающего это значение.

(b) Для контекстов, полученных удалением объектов или признаков в пункте а), построить диаграммы решеток понятий.

(c) Привести 3–5 примеров понятий в виде пары (размер объема понятия, содержание понятия) для размера содержания 2 и более сайта. Дать содержательную интерпретацию найденных понятий.

(d) Привести пример импликации вида  $A \rightarrow B$ , найденной по диаграмме решетки понятий с указанием ее поддержки.

**Задача 4.** Интерпретация для задачи классификации. Задан датасет о сердечно-сосудистых заболеваниях, 11 признаков, 70000 объектов. Обучить модель логистической регрессии. Определить, какие из признаков наиболее пагубно влияют на развитие сердечно-сосудистых заболеваний (глобальная интерпретация). Для конкретного человека определить, склонен ли он к сердечно-сосудистым заболеваниям (локальная интерпретация). Определить значения для каждого из признаков, для которых вероятность иметь сердечно-сосудистые заболевания превышает 0.5. Визуализировать полученные граничные значения вместе с обучающей выборкой.

**Задача 5.** Сравнение метрик качества для задач регрессии. Задан датасет данных об опозданиях самолетов некоторой авиакомпании. Построить модель, позволяющую узнать, на сколько минут опоздает самолет. Обучить регрессоры:

- линейная регрессия
- полиномиальная регрессия
- полиномиальная регрессия без квадратов
- Ridge регрессия
- дерево решений
- регуляризованная линейная регрессия kNN
- случайный лес
- MLP регрессия

Сравнить полученные модели по метрикам RMSE,  $R^2$ -score.

**Задача 6.** Сравнение метрик качества для задач классификации. Задан датасет данных об опозданиях самолетов некоторой авиакомпании. Построить модель, позволяющую узнать, опоздает ли самолет. Обучить классификаторы:

- логистическая регрессия
- RidgeClassifierCV
- DecisionTreeClassifier
- KNeighborsClassifier
- GaussianNB
- GradientBoostingClassifier
- RandomForestClassifier
- MLPClassifier

Сравнить полученные модели по метрикам: accuracy, recall, ROC-AUC, F1-score, коэффициент корреляции Мэттьюса.

**Задача 7.** Сравнение метрик качества для методов сокращения размерности. Задан некоторый датасет. Необходимо сократить его размерность до 3, используя методы: PCA, t-SNE, VAE. Визуализировать и сравнить полученные результаты.

**Задача 8.** Изучение feature importance. Задан датасет, описывающий свойства характера людей в зависимости от того, каким ребенком был испытуемый (старший, младший, средний), определить на какие из свойств характера наиболее влияет очередность рождения. Использовать классификаторы:

- DecisionTreeClassifier
- GradientBoostingClassifier
- RandomForestClassifier
- LogisticRegression
- LinearDiscriminantAnalysis
- MLPClassifier

Для каждой из моделей определить feature importance. Вычислить PFI. Визуализировать графики PDP и ICE, провести их сравнительный анализ с методами поиска feature importance для известной модели.

### 8.3. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине

#### Вопросы для итогового контроля

1. 1. Ключевые аспекты интерпретируемости. Открытые задачи в области интерпретируемого машинного обучения.
2. Оценка качества интерпретации модели обучения и способы ее получения.
3. Интерпретируемые модели. Линейная регрессия. Логистическая регрессия.
4. Интерпретируемые модели. GLM, GAM. Деревья решений.
5. Интерпретируемые модели. ассоциативные правила. Алгоритм RuleFit.
6. Интерпретируемые модели. Наивный байесовский классификатор. Knn.
7. Методы интерпретации независимые от модели. PDP. ICE. ALE.
8. Методы интерпретации независимые от модели. SHAP. Глобальные методы.
9. Методы интерпретации независимые от модели. Локальные методы. LIME.
10. Интерпретация с помощью примеров.
11. Правдоподобные и противоречащие объяснения.
12. Методы интерпретации для многомерного прогнозирования и анализа чувствительности.
13. Feature selection и feature engineering для задачи интерпретации.
14. Методы устранения предвзятости. Методы определения причинно-следственных связей.
15. Способы модификации модели для лучшей интерпретируемости.

Обеспечение надежности. Состязательная робастность

### 8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания

Уровни	Содержательно е описание уровня	Основные признаки выделения уровня (этапы формирования компетенции, критерии оценки сформированнос	Пятибалльная шкала (академическая) оценка	Двухб а льна я шкал а, зачет	БРС, % освоения (рейтингов ая оценка)

		ти)			
Повышенны й	Творческая деятельность	Включает нижестоящий уровень. Умение самостоятельно принимать решение, решать проблему/задачу теоретического и прикладного характера на основе изученных методов, приемов, технологий	отлично	зачтен о	86-100
Базовый	Применение знаний и умений в более широких контекстах учебной и профессиональн ой деятельности, нежели по образцу с большой степени самостоятельно сти и инициативы	Включает нижестоящий уровень. Способность собирать, систематизирова ть, анализировать и грамотно использовать информацию из самостоятельно найденных теоретических источников и иллюстрировать ими теоретические положения или обосновывать пр	хорошо		71-85
Удовлетвор ительный (достаточны й)	Репродуктивная деятельность	Изложение в пределах задач курса теоретически и практически контролируемог о материала	удовлетворител но		55-70
Недостатон ый	Отсутствие признаков удовлетворительного уровня		Не удовлетворител ьно	Не зачтен о	Менее 55

**9. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.**

**Основная литература**

1. Плас, Дж. В. Python для сложных задач: наука о данных и машинное обучение : практическое руководство / Дж. В. Плас. - Санкт-Петербург : Питер, 2021. - 576 с. - (Серия «Бестселлеры O'Reilly»). - ISBN 978-5-4461-0914-2. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1739601> (дата обращения: 17.11.2023). – Режим доступа: по подписке.

2. Лимановская, О. В. Основы машинного обучения : учебное пособие / О. В. Лимановская, Т. И. Алферьева ; Мин-во науки и высш. образования РФ. - Екатеринбург : Изд-во Уральского ун-та, 2020. - 88 с. - ISBN 978-5-7996-3015-7. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1960910> (дата обращения: 17.11.2023). – Режим доступа: по подписке..

### **Дополнительная литература**

1. Мэрфи, К. П. Вероятностное машинное обучение: введение : практическое руководство / К. П. Мэрфи ; пер. с англ. А. А. Слинкина. - Москва : ДМК Пресс, 2023. - 990 с. - ISBN 978-5-93700-119-1. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/2109489> (дата обращения: 17.11.2023). – Режим доступа: по подписке.

### **10. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля).**

- НЭБ Национальная электронная библиотека, диссертации и прочие издания
- eLIBRARY.RU Научная электронная библиотека, книги, статьи, тезисы докладов конференций
- Гребенников Электронная библиотека ИД журналы
- ЭБС Консультант студента
- ПРОСПЕКТ ЭБС
- ЭБС ZNANIUM.COM
- ЭБС IBOOKS.RU
- РГБ Информационное обслуживание по МБА
- БЕН РАН
- Электронно-библиотечная система (ЭБС) Кантиана (<https://elib.kantiana.ru/>)

### **11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.**

Программное обеспечение обучения включает в себя:

- система электронного образовательного контента БФУ им. И. Канта – [www.lms.kantiana.ru](http://www.lms.kantiana.ru), обеспечивающую разработку и комплексное использование электронных образовательных ресурсов;
- серверное программное обеспечение, необходимое для функционирования сервера и связи с системой электронного обучения через Интернет;
- корпоративная платформа;
- установленное на рабочих местах обучающихся ПО: Microsoft Windows 7, Microsoft Office Standart 2010, антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security.
- Visual Studio Community Интегрированная среда разработки ПО. Свободно-распространяемое ПО
- PyCharm Community Интегрированная среда разработки ПО. Свободно-распространяемое ПО

- Anaconda Интегрированная среда разработки ПО. Свободно-распространяемое ПО

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

Для проведения занятий лекционного типа, практических и семинарских занятий используются специальные помещения (учебные аудитории), оборудованные техническими средствами обучения – мультимедийной проекционной техникой. Для проведения занятий лекционного типа используются наборы демонстрационного оборудования.

Для проведения лабораторных работ, (практических занятий – при необходимости) используются специальные помещения (учебные аудитории), оснащенные специализированным лабораторным оборудованием: персональными компьютерами с возможностью выхода в интернет и с установленным программным обеспечением, заявленным в п.11.

Для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используются специальные помещения (учебные аудитории), оборудованные специализированной мебелью (для обучающихся), меловой / маркерной доской.

Для организации самостоятельной работы обучающимся предоставляются помещения, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья университетом могут быть представлены специализированные средства обучения, в том числе технические средства коллективного и индивидуального пользования.