Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Алтайский государственный университет»

УТВЕРЖДАЮ

Директор Института математики

и информационных технологий

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_Е.В. Журавлев

«29» октября 2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА МОДУЛЯ**

|  |  |
| --- | --- |
| **Код модуля** | **Модуль** |
| М.1.4 | Промышленная разработка программного обеспечения |

**Барнаул, 2021**

|  |  |
| --- | --- |
| **Перечень сведений о рабочей программе модуля** | **Учетные данные** |
| **Образовательная программа**  Инженерия искусственного интеллекта | **Код ОП**  09.04.01 |
| **Направление подготовки**  Информатика и вычислительная техника | **Код направления и уровня подготовки**  09.04.01 |

**Рекомендовано учебно-методическим советом Института математики и информационных технологий**

Протокол №3 от 28.09.2021 г.

1. **ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ** ПРОМЫШЛЕННАЯ РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ
   1. **Аннотация содержания модуля**

Модуль содержит следующие дисциплины: «Автоматизация машинного обучения» и «Программная инженерия».

Целью освоения дисциплины «Программная инженерия» является представление программной инженерии в виде целостного изложения, освещая концепцию процесса, различные методологии разработки программного обеспечения, отличие программной инженерии от других отраслей. Студент в ходе обучения учится оперировать профессиональными терминами и формирует представление о специфике профессии. Рассматриваются основные подходы к организации командной разработки систем машинного обучения и искусственного интеллекта, современные технологии разработки программного обеспечения, процессы командной разработки ПО, анализируются формальные и гибкие технологии разработки ПО, способы обеспечения качества программных продуктов и мотивации членов команды разработки ПО.

В дисциплине «Автоматизация машинного обучения» рассматриваются подходы к созданию автоматических пайплайнов систем машинного обучения с использованием инструментов DevOps и MLOps: Continuous Integration/Continuous Delivery, Docker, Kebernetis, фреймворки систем автоматизации машинного обучения. Преимущественно рассматриваются бесплатные продукты с открытым исходным кодом.

* 1. **Структура и объем модуля**

Таблица 1

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **№ п/п** | **Перечень дисциплин модуля в последовательности их освоения** | **Объем дисциплин модуля и всего модуля в зачетных единицах и часах** |
| 1. | Автоматизация машинного обучения | 6 з.е./216 ч. |
| 2. | Программная инженерия | 6 з.е./216 ч. |
| **ИТОГО по модулю:** | | **12 з.е./** **432 ч.** |

* 1. **Последовательность освоения модуля в образовательной программе**

|  |  |
| --- | --- |
| **Пререквизиты модуля** | нет |
| **Постреквизиты и корреквизиты модуля** | нет |

* 1. **Распределение компетенций по дисциплинам модуля, планируемые результаты обучения (индикаторы) по модулю**

Таблица 2.1

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Перечень дисциплин модуля** | **Код и наименование компетенции** | **Планируемые индикаторы достижения компетенций** |
| 1 | 2 | 3 |
| Автоматизация машинного обучения | ОПК-2. Способен разрабатывать оригинальные алгоритмы и программные средства, в том числе с использованием современных интеллектуальных технологий, для решения профессиональных задач | ОПК-2.1. Знать: современные информационно-коммуникационные и интеллектуальные технологии, инструментальные среды, программно-технические платформы для решения профессиональных задач.  ОПК-2.2. Уметь: обосновывать выбор современных информационно-коммуникационных и интеллектуальных технологий, разрабатывать оригинальные программные средства для решения профессиональных задач.  ОПК-2.3. Владеть: методами разработки оригинальных программных средств, в том числе с использованием современных информационно-коммуникационных и интеллектуальных технологий, для решения профессиональных задач. |
| ОПК-5. Способен разрабатывать и модернизировать программное и аппаратное обеспечение информационных и автоматизированных систем | ОПК-5.1. Знать современное программное и аппаратное обеспечение информационных и автоматизированных систем.  ОПК-5.2. Уметь разрабатывать программное и аппаратное обеспечение информационных и автоматизированных систем для решения профессиональных задач.  ОПК-5.3. Владеть методами модернизации программного и аппаратного обеспечения информационных и автоматизированных систем для решения профессиональных задач |
| ОПК-6. Способен исследовать современные проблемы и методы прикладной информатики и развития информационного общества | ОПК-6.1. Знать: аппаратные средства и платформы инфраструктуры информационных технологий, виды, назначение, архитектуру, методы разработки и администрирования программно-аппаратных комплексов объекта профессиональной деятельности.  ОПК-6.2. Уметь: анализировать техническое задание, разрабатывать и оптимизировать программный код для решения задач обработки информации и автоматизированного проектирования.  ОПК-6.3. Владеть: методами составления технической документации по использованию и настройке компонентов программно-аппаратного комплекса. |
| ОПК-10 Способен применять методы системного анализа и программное обеспечение для системного моделирования с целью решения задач в сфере исследовательской деятельности | ОПК-10.1. Использует методы системного анализа для постановки задач и отыскания возможных путей их решения в сфере исследовательской деятельности  ОПК-10.2. Настраивает, конфигурирует и адаптирует программные средства системного моделирования для постановки и решения задач в сфере исследовательской деятельности |
| Программная инженерия | ОПК-2. Способен разрабатывать оригинальные алгоритмы и программные средства, в том числе с использованием современных интеллектуальных технологий, для решения профессиональных задач | ОПК-2.1. Знать: современные информационно-коммуникационные и интеллектуальные технологии, инструментальные среды, программно-технические платформы для решения профессиональных задач.  ОПК-2.2. Уметь: обосновывать выбор современных информационно-коммуникационных и интеллектуальных технологий, разрабатывать оригинальные программные средства для решения профессиональных задач.  ОПК-2.3. Владеть: методами разработки оригинальных программных средств, в том числе с использованием современных информационно-коммуникационных и интеллектуальных технологий, для решения профессиональных задач. |
| ОПК-5. Способен разрабатывать и модернизировать программное и аппаратное обеспечение информационных и автоматизированных систем | ОПК-5.1. Знать современное программное и аппаратное обеспечение информационных и автоматизированных систем.  ОПК-5.2. Уметь разрабатывать программное и аппаратное обеспечение информационных и автоматизированных систем для решения профессиональных задач.  ОПК-5.3. Владеть методами модернизации программного и аппаратного обеспечения информационных и автоматизированных систем для решения профессиональных задач |
| ОПК-6. Способен исследовать современные проблемы и методы прикладной информатики и развития информационного общества | ОПК-6.1. Знать: аппаратные средства и платформы инфраструктуры информационных технологий, виды, назначение, архитектуру, методы разработки и администрирования программно-аппаратных комплексов объекта профессиональной деятельности.  ОПК-6.2. Уметь: анализировать техническое задание, разрабатывать и оптимизировать программный код для решения задач обработки информации и автоматизированного проектирования.  ОПК-6.3. Владеть: методами составления технической документации по использованию и настройке компонентов программно-аппаратного комплекса. |
| ОПК-10 (Способен применять методы системного анализа и программное обеспечение для системного моделирования с целью решения задач в сфере исследовательской деятельности | ОПК-10.1. Использует методы системного анализа для постановки задач и отыскания возможных путей их решения в сфере исследовательской деятельности  ОПК-10.2. Настраивает, конфигурирует и адаптирует программные средства системного моделирования для постановки и решения задач в сфере исследовательской деятельности |

Таблица 2.2

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Перечень дисциплин модуля** | **Код и наименование компетенции** | **Индикаторы достижения компетенции** | **Планируемые результаты обучения** |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| Автоматизация машинного обучения | 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-1.2. Выбирает комплексы методов и инструментальных средств искусственного интеллекта для решения задач в зависимости от особенностей предметной области | ПК-1.2. З-1. Знает методы и инструментальные средства систем искусственного интеллекта, критерии их выбора и методы комплексирования в рамках создания интегрированных гибридных интеллектуальных систем различного назначения  ПК-1.2. У-1. Умеет выбирать, применять и интегрировать методы и инструментальные средства систем искусственного интеллекта, критерии их выбора и методы комплексирования в рамках создания интегрированных гибридных интеллектуальных систем различного назначения |
| ПК-3. Способен разрабатывать и применять методы и алгоритмы машинного обучения для решения задач | ПК-3.3. Разрабатывает унифицированные и обновляемые методологии описания, сбора и разметки данных, а также механизмы контроля за соблюдением указанных методологий | ПК-3.3. З-1. Знает унифицированные и обновляемые методологии описания, сбора и разметки данных, а также механизмы контроля за соблюдением указанных методологий  ПК-3.3. У-1. Умеет разрабатывать унифицированные и обновляемые методологии описания, сбора и разметки данных, а также механизмы контроля за соблюдением указанных методологий |
| Программная инженерия | 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-1.2. Выбирает комплексы методов и инструментальных средств искусственного интеллекта для решения задач в зависимости от особенностей предметной области | ПК-1.2. З-1. Знает методы и инструментальные средства систем искусственного интеллекта, критерии их выбора и методы комплексирования в рамках создания интегрированных гибридных интеллектуальных систем различного назначения  ПК-1.2. У-1. Умеет выбирать, применять и интегрировать методы и инструментальные средства систем искусственного интеллекта, критерии их выбора и методы комплексирования в рамках создания интегрированных гибридных интеллектуальных систем различного назначения |
| ПК-2. Способен выбирать, разрабатывать и проводить экспериментальную проверку работоспособности программных компонентов систем искусственного интеллекта по обеспечению требуемых критериев эффективности и качества функционирования | ПК-2.1. Выбирает и разрабатывает программные компоненты систем искусственного интеллекта | ПК-2.1. З-1. Знает основные критерии эффективности и качества функционирования системы искусственного интеллекта: точность, релевантность, достоверность, целостность, быстрота решения задач, надежность, защищенность функционирования систем искусственного интеллекта  ПК-2.1. З-2. Знает методы, языки и программные средства разработки программных компонентов систем искусственного интеллекта  ПК-2.1. У-1. Умеет выбирать, адаптировать, разрабатывать и интегрировать программные компоненты систем искусственного интеллекта с учетом основных критериев эффективности и качества функционирования |
| ПК-3. Способен разрабатывать и применять методы и алгоритмы машинного обучения для решения задач | ПК-3.2. Руководит исследовательской группой по разработке или совершенствованию методов и алгоритмов для решения комплекса задач предметной области | ПК 3.2. З-1. Знает методы и критерии оценки качества моделей машинного обучения  ПК 3.2. У-1. Умеет определять критерии и метрики оценки результатов моделирования при построении систем искусственного интеллекта в исследуемой области |

* 1. **Форма обучения**

Обучение по дисциплинам модуля может осуществляться в очной форме.

**РАЗДЕЛ 2. СОДЕРЖАНИЕ И ОБЕСПЕЧЕНИЕ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИН МОДУЛЯ**

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

АВТОМАТИЗАЦИЯ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **№ п/п** | **Фамилия Имя Отчество** | **Ученая степень, ученое звание** | **Должность** | **Подразделение** |
| 1 | Козлов Д.Ю. | к.ф.-м.н., доцент | Зав. кафедрой информатики | Кафедра информатики |

**Рекомендовано учебно-методическим советом Института математики и информационных технологий**

Протокол №3 от 28.09.2021 г.

**2. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ** АВТОМАТИЗАЦИЯ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ

**2.1. Технологии обучения, используемые при изучении дисциплины модуля**

* Традиционная (репродуктивная) технология;
* Смешанная модель обучения с использованием онлайн-курса;
* Исключительно электронного обучения с использованием онлайн-курса;

**2.2. Содержание дисциплины 1**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Код**  **раздела, темы** | **Раздел, тема**  **дисциплины** | **Содержание** |
| 1 | Введение в автоматизацию машинного обучения. | Автоматизация администрирования DevOps. Подход Infrastructure as Code. Жизненный цикл приложений машинного обучения. Автоматизация машинного обучения MLOps. Уровни автоматизации машинного обучения. |
| 2 | Основы Continuous Delivery (CD). | Continuous Integration и Continuous Delivery (CI/CD). Инструменты CI/CD. Автоматическое развертывание приложений машинного обучения. |
| 3 | Контейнеры. | Технология контейнеров. Docker. Установка и настройка Docker. Создание контейнеров. Работа с контейнерами в Docker. Управление сетевыми конфигурациями в Docker. Обеспечение информационной безопасности в Docker. Создание контейнеров с приложениями машинного обучения. |
| 4 | Облачные технологии и распределенные вычисления. | Облачные технологии. Центры обработки данных. Серверные кластеры. Инструменты автоматизации управления серверными кластерами: Ansible, Chef. Обеспечение информационной безопасности в кластере серверов. |
| 5 | Управление контейнерами в кластере. | Технология управления контейнерами. Инструменты управления контейнерами: Kubernetes, Docker Swarm. Автоматизация развертывания и управления контейнерами в Kubernetes. Обеспечение информационной безопасности. Приложения микросервисной архитектуры в кластере Kubernetes. |
| 6 | Разработка пайплайнов машинного обучения. | Автоматизация процесса обучения моделей искусственного интеллекта. Инструменты автоматизации: создание пайплайнов машинного обучения. Использование CI/CD совместно с пайплайнами машинного обучения. |
| 7 | Мониторинг. | Мониторинг работы приложений. Инструменты мониторинга: Graphana, Prometheus. Мониторинг качества работы приложений машинного обучения. |
| 8 | Автоматизация машинного обучения. | Автоматизация работы пайплайнов машинного обучения. Сбор и подготовка новых данных для обучения. Автоматический перезапуск обучения на основе событий мониторинга. Инструменты автоматизации машинного обучения: Kubeflow, MLFlow, TensorFlow Extended. |

2.3. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации.

**2.4. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ Автоматизация машинного обучения**

**Электронные ресурсы (издания)**

1. Machine Learning Operations. URL: <https://ml-ops.org/> (дата обращения: 05.10.2021).
2. MLOps: Continuous delivery and automation pipelines in machine learning. URL: <https://cloud.google.com/architecture/mlops-continuous-delivery-and-automation-pipelines-in-machine-learning> (дата обращения: 05.10.2021).
3. Основы Kubernetes. <https://kubernetes.io/ru/docs/tutorials/kubernetes-basics/> (дата обращения: 05.10.2021).
4. Учебные пособия по TensorFlow в производственной среде <https://www.tensorflow.org/tfx/tutorials> (дата обращения: 05.10.2021).

**Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы**

1. Цифровая библиотека научно-технических изданий Института инженеров по электротехнике и радиоэлектронике (Institute of Electrical and Electronic Engineers (IEEE)) на английском языке – <http://www.ieee.org/ieeexplore>
2. Oxford University Press – <http://www.oxfordjournals.org/en/>
3. Архив препринтов с открытым доступом – <https://arxiv.org/>

**Материалы для лиц с ОВЗ**

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

**Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы**

1. Academic Search Ultimate EBSCO publishing – <http://search.ebscohost.com>
2. eBook Collections Springer Nature – <https://link.springer.com/>
3. Гугл Академия – <https://scholar.google.ru/>
4. СПС КонсультантПлюс (инсталлированный ресурс АлтГУ или <http://www.consultant.ru/>).
5. Электронная база данных «Scopus» (<http://www.scopus.com>);
6. Электронная библиотечная система Алтайского государственного университета (http://elibrary.asu.ru/)
7. Электронный научный архив УрФУ <https://elar.urfu.ru/>
8. Зональная научная библиотека (УрФУ) - <http://lib.urfu.ru/>
9. Портал информационно-образовательных ресурсов УрФУ <https://study.urfu.ru/>
10. Электронно-библиотечная система «Лань» – <https://e.lanbook.com/>
11. Университетская библиотека ONLINE – <https://biblioclub.ru/>
12. Электронно-библиотечная система "Библиокомплектатор" (IPRbooks) <http://www.bibliocomplectator.ru/available>
13. Электронные информационные ресурсы Российской государственной библиотеки <https://www.rsl.ru/>
14. Научная электронная библиотека «КиберЛенинка» <https://cyberleninka.ru/>

**2.5. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ Автоматизация машинного обучения**

**Сведения об оснащенности дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением**

Таблица 3.1

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **№  п/п** | **Виды занятий** | **Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы** | **Перечень программного обеспечения** |
| 1. | Лекции. | Мультимедийный проектор с экраном. | Используется бесплатно-распространяемое программное обеспечение:   1. Docker – <https://www.docker.com/> 2. Ansible – <https://www.ansible.com/> 3. Kubernetes – <https://kubernetes.io/> 4. Язык Python – <https://www.python.org/> 5. Система контроля версий Git – <https://git-scm.com> 6. GitHub – https://github.com/ 7. Библиотека машинного обучения Hugging Face <https://huggingface.co> 8. Облачная платформа <https://www.heroku.com/> 9. FastAPI – <https://fastapi.tiangolo.com/> 10. Система управления базами данных – <https://www.postgresql.org/> 11. Система мониторинга Prometheus – <https://prometheus.io/> 12. Система мониторинга Grafana – <https://grafana.com/> 13. Система автоматизации машинного обучения Kuberflow – <https://www.kubeflow.org/> 14. Система автоматизации машинного обучения MLFlow – <https://mlflow.org/> 15. TensorFlow Extended – https://www.tensorflow.org/tfx 16. Data Version Control – <https://dvc.org/> |
| 2. | Практические занятия. | Компьютерный класс.  Мультимедийный проектор с экраном;  Сетевое оборудование;  Локальная сеть с выходом в глобальную сеть Интернет. |

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ 2**

ПРОГРАММНАЯ ИНЖЕНЕРИЯ

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **№ п/п** | **Фамилия Имя Отчество** | **Ученая степень, ученое звание** | **Должность** | **Подразделение** |
| 1 | Михеева Т.В. | к.тех.н., доцент | Доцент каф. информатики | Кафедра информатики |

**Рекомендовано учебно-методическим советом Института математики и информационных технологий**

Протокол №3 от 28.09.2021 г.

**2. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ 2** ПРОГРАММНАЯ ИНЖЕНЕРИЯ

**2.1. Технологии обучения, используемые при изучении дисциплины модуля**

* Традиционная (репродуктивная) технология*;*
* Смешанное обучение с использованием онлайн-курса;
* Исключительно электронное обучение с использованием онлайн-курса.

**2.2. Содержание дисциплины**

Таблица 1.3

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Код**  **раздела, темы** | **Раздел, тема**  **дисциплины** | **Содержание** |
| 1 | Введение в программную инженерию. | Отличие программы от программного продукта. Software Engineering Body of Knowledge. Тестирование программного обеспечения. Командная разработка. Архитектура программного обеспечения. Управление требования к программному обеспечению. DevOps.  MLOps. Жизненный цикл приложений машинного обучения. |
| 2 | Основы командной разработки. | Инструменты командной разработки. Система контроля версий Git. Сервис GitHub. Основы работы с Git в командной строке. |
| 3 | Тестирование программного обеспечения. | Цели тестирования программного обеспечения. Виды тестирования. Модульное тестирование. Модульное тестирование в Python: pytest. |
| 4 | Стиль кода. | Почему стиль кода важен. Дзен Python. Руководство по стилю в Python PEP 8. Форматтеры кода (в IDE, YAPF, Black). Линтеры (Flacke8, Pylint). |
| 5 | Основы Continuous Integration (CI). | Введение в Continuous Integration. Инструменты Continuous Integration. Continuous Integration на GitHub. |
| 6 | Архитектура программного обеспечения. | Подходы к разработке архитектуры ПО. Паттерны и антипаттерны проектирования. Архитектура приложений машинного обучения. |
| 7 | Разработка API. | Организация работы приложения машинного обучения через API. Инструменты для разработки API: FastAPI, Flask. Организации доступа к модели машинного обучения через API. |
| 8 | Переиспользование программного кода. | Проектирование кода для повторного использования. Модули и пакеты в Python. Библиотеки в Python. Создание собственных библиотек в Python. |
| 9 | Продвинутый уровень командной разработки. | Ветки (branches) в репозиториях программного кода. Предложения по изменению кода (pull request). Продвинутые операции с git (merge, отмена изменений, поиск нужных коммитов и т.п.). Рекомендации по документации и оформлению коммитов/pull request. |
| 10 | Качество кода. | Понятие качества кода. Зачем нужен чистый код. Рефакторинг. Инструменты для рефакторинга. |
| 11 | Рецензирование кода (Code Review). | Назначение Code Review. Лучшие практики Code Review.  Code Review на GitHub. Человеческий фактор в Code Review. |
| 12 | Жизненный цикл программного продукта. | Жизненный цикл программного продукта. Жизненный цикл приложений машинного обучения.  Разработка продуктов с учетом жизненного цикла. |
| 13 | Тестирование систем машинного обучения. | Тестирование кода. Тестирование данных.  Инструменты для тестирования данных. |
| 14 | Разработка систем машинного обучения. | Версионирование данных, моделей и кода.  Инструменты для командной разработки приложений машинного обучения. |
| 15 | Создание пайплайнов приложений машинного обучения. | Сбор данных. Подготовка данных. Обучение модели.  Развертывание модели. Необходимость автоматизации пайплайнов. |

2.3. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации.

* 1. **УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ Программная инженерия**

**Электронные ресурсы (издания)**

1. Software Engineering Body of Knowledge (SWEBOK). URL: <https://www.computer.org/education/bodies-of-knowledge/software-engineering> (дата обращения: 05.10.2021).
2. GitHub Actions. URL: <https://docs.github.com/en/actions> (дата обращения: 05.10.2021).
3. Software Engineering at Google. <https://abseil.io/resources/swe-book> (дата обращения: 05.10.2021).
4. Scott Chacon, Ben Straub. Pro Git. <https://git-scm.com/book/ru/v2> (дата обращения: 05.10.2021).
5. Журнал "Программная инженерия". URL: <http://novtex.ru/prin/rus/> (дата обращения: 05.10.2021).

**Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы**

1. Цифровая библиотека научно-технических изданий Института инженеров по электротехнике и радиоэлектронике (Institute of Electrical and Electronic Engineers (IEEE)) на английском языке – <http://www.ieee.org/ieeexplore>
2. Oxford University Press – <http://www.oxfordjournals.org/en/>
3. Архив препринтов с открытым доступом – <https://arxiv.org/>

**Материалы для лиц с ОВЗ**

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

**Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы**

1. Academic Search Ultimate EBSCO publishing – <http://search.ebscohost.com>
2. eBook Collections Springer Nature – <https://link.springer.com/>
3. Гугл Академия – <https://scholar.google.ru/>
4. СПС КонсультантПлюс (инсталлированный ресурс АлтГУ или <http://www.consultant.ru/>)
5. Электронная база данных «Scopus» (<http://www.scopus.com>)
6. Электронная библиотечная система Алтайского государственного университета (http://elibrary.asu.ru/)
7. Электронный научный архив УрФУ <https://elar.urfu.ru/>
8. Зональная научная библиотека (УрФУ) - <http://lib.urfu.ru/>
9. Портал информационно-образовательных ресурсов УрФУ <https://study.urfu.ru/>
10. Электронно-библиотечная система «Лань» – <https://e.lanbook.com/>
11. Университетская библиотека ONLINE – <https://biblioclub.ru/>
12. Электронно-библиотечная система "Библиокомплектатор" (IPRbooks) <http://www.bibliocomplectator.ru/available>
13. Электронные информационные ресурсы Российской государственной библиотеки <https://www.rsl.ru/>
14. Научная электронная библиотека «КиберЛенинка» <https://cyberleninka.ru/>
    1. **МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ Программная инженерия**

**Сведения об оснащенности дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением**

Таблица 3.1

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **№  п/п** | **Виды занятий** | **Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы** | **Перечень программного обеспечения** |
|  | Лекции; Практические занятия; | Компьютерный класс.  Мультимедийный проектор с экраном;  Сетевое оборудование;  Локальная сеть с выходом в глобальную сеть Интернет. | Используется бесплатно-распространяемое программное обеспечение:   1. Язык Python – <https://www.python.org/> 2. Система контроля версий Git – <https://git-scm.com> 3. GitHub – https://github.com/ 4. ФорматтерYAPF – <https://github.com/google/yapf> 5. Форматтер Black – <https://github.com/psf/black> 6. Линтер Flake8 – <https://github.com/pycqa/flake8> 7. Линтер Pylint – <https://github.com/PyCQA/pylint/> 8. Библиотека машинного обучения Hugging Face <https://huggingface.co> 9. Облачная платформа <https://www.heroku.com/> 10. FastAPI – <https://fastapi.tiangolo.com/> 11. Data Version Control – <https://dvc.org/> |