

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации**  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«Владимирский государственный университет  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
(ВлГУ)**

Институт информационных технологий и радиоэлектроники



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**«Автоматизация машинного обучения»**

**направление подготовки / специальность**  
09.04.01 «Информатика и вычислительная техника»

**направленность (профиль) подготовки**  
Инженерия искусственного интеллекта

г. Владимир  
2022

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью дисциплины «Автоматизация машинного обучения» рассматриваются подходы к созданию автоматических пайплайнов систем машинного обучения с использованием инструментов DevOps и MLOps: Continuous Integration/Continuous Delivery, Docker, Kubernetes, фреймворки систем автоматизации машинного обучения.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Автоматизация машинного обучения» относится к обязательной части учебного плана.

## 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине, в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	
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: модернизировать программное и аппаратное обеспечение информационных и автоматизированных систем для решения профессиональных задач. ОПК-5.3. Иметь навыки: разработки программного и аппаратного обеспечения информационных и автоматизированных систем для решения профессиональных задач.	Знает: современное программное и аппаратное обеспечение информационных и автоматизированных систем Умеет: модернизировать программное и аппаратное обеспечение информационных и автоматизированных систем для решения профессиональных задач. Иметь навыки: разработки программного и аппаратного обеспечения информационных и автоматизированных систем для решения профессиональных задач	вопросы для рейтинг-контроля, задания для самостоятельной работы, вопросы и задания для зачета и экзамена
ОПК-9. Способен разрабатывать алгоритмы и программные средства для решения задач в области создания и применения искусственного интеллекта	ОПК-9.1. Знать: принципы разработки оригинальных программных средств для решения задач в области создания и применения искусственного интеллекта. ОПК-9.2. Уметь: применять инструментальные среды, программно-технические платформы для решения задач в области создания и применения искусственного интеллекта.	Знает: принципы разработки оригинальных программных средств для решения задач в области создания и применения искусственного интеллекта. Умеет: применять инструментальные среды, программно-технические платформы для решения задач в области создания и	вопросы для рейтинг-контроля, задания для самостоятельной работы, вопросы и задания для зачета и экзамена

	ОПК-9.3. Иметь навыки: разработки оригинальных программных средств для решения задач в области создания и применения искусственного интеллекта.	применения искусственного интеллекта. Имеет навыки: разработки оригинальных программных средств для решения задач в области создания и применения искусственного интеллекта.	
ПК-1. Способен исследовать и разрабатывать архитектуры систем искусственного интеллекта для различных предметных областей на основе комплексов методов и инструментальных средств систем искусственного интеллекта	<p>ПК-1.1. Знать:</p> <p>ПК-1.1.1. архитектурные принципы построения систем искусственного интеллекта</p> <p>ПК-1.1.2. методы декомпозиции основных подсистем (компонентов) и реализации их взаимодействия на основе методологии предметно-ориентированного проектирования</p> <p>ПК-1.1.3. методы и инструментальные средства систем искусственного интеллекта, критерии их выбора и методы комплексирования в рамках создания интегрированных гибридных интеллектуальных систем различного назначения</p> <p>ПК-1.2. Уметь:</p> <p>ПК-1.2.1. выстраивать архитектуру системы искусственного интеллекта</p> <p>ПК-1.2.2. осуществлять декомпозицию основных подсистем (компонентов) на основе методологии предметно-ориентированного проектирования</p> <p>ПК-1.2.3. выбирать, применять и интегрировать методы и инструментальные средства систем</p>	<p>Знает: архитектурные принципы построения систем искусственного интеллекта; методы декомпозиции основных подсистем (компонентов) и реализации их взаимодействия на основе методологии предметно-ориентированного проектирования; методы и инструментальные средства систем искусственного интеллекта, критерии их выбора и методы комплексирования в рамках создания интегрированных гибридных интеллектуальных систем различного назначения</p> <p>Умеет: выстраивать архитектуру системы искусственного интеллекта; осуществлять декомпозицию основных подсистем (компонентов) на основе методологии предметно-ориентированного проектирования; выбирать, применять и интегрировать методы и инструментальные средства систем искусственного интеллекта, критерии их</p>	вопросы для рейтинг-контроля, задания для самостоятельной работы, вопросы и задания для зачета и экзамена

	искусственного интеллекта, критерии их выбора и методы комплексирования в рамках создания интегрированных гибридных систем различного назначения ПК-1.3. Иметь навыки: ПК-1.3.1. реализации взаимодействия основных подсистем (компонентов) на основе методологии предметно-ориентированного проектирования	выбора и методы комплексирования в рамках создания интегрированных гибридных систем различного назначения  Иметь навыки: реализации взаимодействия основных подсистем (компонентов) на основе методологии предметно-ориентированного проектирования	
ПК-3. Способен разрабатывать и применять методы и алгоритмы машинного обучения для решения задач искусственного интеллекта	ПК-3.1. Знать: ПК-3.1.1. классы методов и алгоритмов машинного обучения ПК-3.1.2. методы и критерии оценки качества моделей машинного обучения  ПК-3.2. Уметь: ПК-3.2.1. ставить задачи и разрабатывать новые методы и алгоритмы машинного обучения ПК-3.2.2. определять критерии и метрики оценки результатов моделирования при построении систем искусственного интеллекта в исследуемой области  ПК-3.3. Иметь навыки: ПК-3.3.1. по разработке или совершенствованию методов и алгоритмов для решения комплекса задач предметной области	Знает: классы методов и алгоритмов машинного обучения; методы и критерии оценки качества моделей машинного обучения Умеет: ставить задачи и разрабатывать новые методы и алгоритмы машинного обучения; определять критерии и метрики оценки результатов моделирования при построении систем искусственного интеллекта в исследуемой области. Имеет навыки: по разработке или совершенствованию методов и алгоритмов для решения комплекса задач предметной области	вопросы для рейтинг-контроля, задания для самостоятельной работы, вопросы и задания для зачета и экзамена

#### 4. ОБЪЕМ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Трудоемкость дисциплины составляет 7 зачетных единиц, 252 часа

##### Тематический план форма обучения – очная

№ п/п	Наименование тем и/или разделов/тем дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Контактная работа обучающихся с педагогическим работником				Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	в форме практической подготовки		
	2 семестр								
1	Введение в автоматизацию машинного обучения..	2	1-3	4	2		2	18	
2	Основы Continuous Delivery (CD)	2	4-8	4	6		2	18	Рейтинг-контроль №1
3	Контейнеры.	2	9-13	6	4		2	18	Рейтинг-контроль №2
4	Облачные технологии и распределенные вычисления.	2	14-18	4	6		4	18	Рейтинг-контроль №3
Всего за 2 семестр				18	18			72	Зачет
	3 семестр								
5	Управление контейнерами в кластере.	3	1-3	4	2		2	18	
6	Разработка пайплайнов машинного обучения.	3	4-8	4	6		2	18	Рейтинг-контроль №1
7	Мониторинг.		9-13	6	4		2	18	Рейтинг-контроль №2
8	Автоматизация машинного обучения.		14-18	4	6		4	18	Рейтинг-контроль №3
Всего за 3 семестр:				18	18			72	Экзамен (36)
Наличие в дисциплине КП/КР									
Итого по дисциплине				36	36			144	Зачет, Экзамен (36)

##### Содержание лекционных занятий по дисциплине

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. Особенности признаков в анализе временных рядов.  
Облачные технологии.  
Центры обработки данных.  
Серверные кластеры.  
Инструменты автоматизации управления серверными кластерами: Ansible, Terraform.  
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: Grafana, 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.

### **Содержание практических занятий по дисциплине**

2 семестр

1. Автоматизация администрирования DevOps. Подход Infrastructure as Code. Жизненный цикл приложений машинного обучения. Автоматизация машинного обучения MLOps.
2. Модель MLOps от Google. Уровни автоматизации MLOps. Continuous Integration и Continuous Delivery (CI/CD). Инструменты CI/CD для автоматического развертывания приложений машинного обучения.

3. Технология контейнеров. Преимущества и недостатки. Контейнеры Docker. Сетевое взаимодействие контейнеров в Docker. Обеспечение информационной безопасности в Docker.

4. Создание контейнеров с приложениями машинного обучения в Docker. Использование Docker в различных операционных системах (Linux, Windows, MacOS). Образы Docker в Docker Hub.

5. Центры обработки данных. Облачные вычисления. Серверные кластеры в центрах обработки данных и облачных платформах.

6. Инструменты автоматизации управления кластерами: Ansible.

7. Инструменты автоматизации управления кластерами: Terraform.

8. Обеспечение информационной безопасности в кластере.

9. Развертывание контейнеров в кластерной конфигурации.

### 3 семестр

1. Технология управления контейнерами в кластере. Инструменты управления контейнерами: Kubernetes.

2. Инструменты управления контейнерами: Docker Swarm. Автоматизация развертывания и управления контейнерами в Kubernetes.

3. Обеспечение информационной безопасности в Kubernetes. Реализация приложений микросервисной архитектуры с помощью контейнеров в кластере Kubernetes.

4. Автоматизация процесса обучения моделей искусственного интеллекта. Инструменты автоматизации: создание пайплайнов машинного обучения.

5. Использование CI/CD совместно с пайплайнами машинного обучения. Инфраструктура CI/CD на платформе GitHub. Автоматическое развертывание приложений машинного обучения на облачные платформы с помощью CI/CD.

6. Мониторинг работы приложений. Мониторинг кластера. Инструменты мониторинга: Grafana.

7. Инструменты мониторинга: Prometheus. Мониторинг качества работы моделей машинного обучения. Автоматизация работы пайплайнов машинного обучения.

8. Инструменты автоматизации машинного обучения: Kubeflow. Инструменты автоматизации машинного обучения: MLFlow

9. Инструменты автоматизации машинного обучения: TensorFlow Extended. Построение инфраструктуры машинного обучения.

## **5. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ**

### **5.1. Текущий контроль успеваемости**

#### **2 семестр**

Рейтинг-контроль №1

1. Какая команда используется для установки Docker в Linux.

2. Какое программное обеспечение используется для запуска контейнеров докер в Windows.

3. Какое программное обеспечение используется для запуска контейнеров докер в MacOS.

4. Что такое образ Docker?

5. Какие существуют открытые репозитории образов Docker?

6. Какая команда Docker используется для поиска доступных образов?

### Рейтинг-контроль №2

1. Какая команда Docker используется для запуска образа из Docker Hub?
2. Какая команда Docker используется для загрузки образа из Docker Hub?
3. Какая команда Docker используется для просмотра запущенных на компьютере контейнеров?
4. Какая команда Docker используется для просмотра запущенных на компьютере контейнеров? 1
5. Какая команда Docker используется для запуска контейнера?
6. Какая команда Docker используется для остановки контейнера?

### Рейтинг-контроль №3

1. Какая команда Docker используется для удаления контейнера?
2. Уровень MLOps 0 в модели автоматизации машинного обучения Google.
3. Уровень MLOps 1 в модели автоматизации машинного обучения Google.
4. Уровень MLOps 2 в модели автоматизации машинного обучения Google. 1
5. CI/CD в модели автоматизации машинного обучения Google.
6. Пайплайны машинного обучения в модели автоматизации машинного обучения Google.

### 3 семестр

#### Рейтинг-контроль №1

1. Технология управления контейнерами в кластере.
2. Инструменты управления контейнерами: Kubernetes.
3. Инструменты управления контейнерами: Docker Swarm.
4. Автоматизация развертывания и управления контейнерами в Kubernetes.
5. Обеспечение информационной безопасности в Kubernetes.
6. Реализация приложений микросервисной архитектуры с помощью контейнеров в кластере Kubernetes.

#### Рейтинг-контроль №2

1. Автоматизация процесса обучения моделей искусственного интеллекта.
2. Инструменты автоматизации: создание пайплайнов машинного обучения.
3. Использование CI/CD совместно с пайплайнами машинного обучения.
4. Инфраструктура CI/CD на платформе GitHub.
5. Автоматическое развертывания приложений машинного обучения на облачные платформы с помощью CI/CD.

#### Рейтинг-контроль №3

1. Мониторинг работы приложений. Мониторинг кластера.
2. Инструменты мониторинга: Graphana.
3. Инструменты мониторинга: Prometheus.
4. Мониторинг качества работы моделей машинного обучения.
5. Автоматизация работы пайплайнов машинного обучения.
6. Инструменты автоматизации машинного обучения: Kubeflow.
7. Инструменты автоматизации машинного обучения: MLFlow 1
8. Инструменты автоматизации машинного обучения: TensorFlow Extended.
9. Построение инфраструктуры машинного обучения.

## 5.2. Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины



## 2 семестр (зачет )

Вопросы к зачету:

1. Автоматизация администрирования DevOps.
2. Подход Infrastructure as Code.
3. Жизненный цикл приложений машинного обучения.
4. Автоматизация машинного обучения MLOps.
5. Модель MLOps от Google. Уровни автоматизации MLOps.
6. Continuous Integration и Continuous Delivery (CI/CD).
7. Инструменты CI/CD для автоматического развертывания приложений машинного обучения.
8. Технология контейнеров. Преимущества и недостатки.
9. Контейнеры Docker.
10. Сетевое взаимодействие контейнеров в Docker.
11. Обеспечение информационной безопасности в Docker.
12. Создание контейнеров с приложениями машинного обучения в Docker.
13. Использование Docker в различных операционных системах (Linux, Windows, MacOS).
14. Образы Docker в Docker Hub.
15. Центры обработки данных.
16. Облачные вычисления.
17. Серверные кластеры в центрах обработки данных и облачных платформах.
18. Инструменты автоматизации управления кластерами: Ansible.
19. Инструменты автоматизации управления кластерами: Terraform.
20. Обеспечение информационной безопасности в кластере.
21. Развертывание контейнеров в кластерной конфигурации.

## 3 семестр (экзамен)

1. Технология управления контейнерами в кластере.
2. Инструменты управления контейнерами: Kubernetes.
3. Инструменты управления контейнерами: Docker Swarm.
4. Автоматизация развертывания и управления контейнерами в Kubernetes.
5. Обеспечение информационной безопасности в Kubernetes.
6. Реализация приложений микросервисной архитектуры с помощью контейнеров в кластере Kubernetes.
7. Автоматизация процесса обучения моделей искусственного интеллекта.
8. Инструменты автоматизации: создание пайплайнов машинного обучения.
9. Использование CI/CD совместно с пайплайнами машинного обучения.
10. Инфраструктура CI/CD на платформе GitHub.
11. Автоматическое развертывания приложений машинного обучения на облачные платформы с помощью CI/CD.
12. Мониторинг работы приложений. Мониторинг кластера.
13. Инструменты мониторинга: Graphana.
14. Инструменты мониторинга: Prometheus.
15. Мониторинг качества работы моделей машинного обучения.
16. Автоматизация работы пайплайнов машинного обучения.
17. Инструменты автоматизации машинного обучения: Kubeflow.
18. Инструменты автоматизации машинного обучения: MLFlow
19. Инструменты автоматизации машинного обучения: TensorFlow Extended.
20. Построение инфраструктуры машинного обучения.

## 5.3. Самостоятельная работа обучающегося

Самостоятельная работа обучающихся заключается в самостоятельном изучении отдельных тем, практической реализации заданий самостоятельной работы по этим темам, выполнении контрольных работ. Контроль выполнения самостоятельной работы проводится при текущих контрольных мероприятиях и на промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы – основная литература [1-3], дополнительная литература [1-2].

Примерные задания самостоятельной работы:

1. Настройте инструменты CI/CD для приложения машинного обучения GitHub с помощью GitHub Actions. После выполнения коммит в репозиторий, должны запускаться тесты и при успешном прохождении тестов приложение должно развертываться на облачную платформу Heroku автоматически.

2. Создайте контейнер с Docker, который будет содержать API для какой-либо модели машинного обучения. Выложите контейнер в репозиторий GitHub. Напишите документацию к репозиторию по установке контейнера и использованию приложения.

3. В кластере Kubernetes развернуть контейнер Docker с приложением машинного обучения. Допускается использовать контейнер, который вы создали в предыдущем домашнем задании.

4. Создайте автоматизированный пайплайн для обучения модели машинного обучения по вашему выбору. Рекомендуется использовать один из следующих инструментов автоматизации машинного обучения:

- Kubeflow – <https://www.kubeflow.org/>
- MLFlow – <https://mlflow.org/>
- TensorFlow Extended – <https://mlflow.org/>

5. Настройте мониторинг работы модели машинного обучения на основе пайплайна, созданного на предыдущем этапе. Рекомендуется использовать следующее программное обеспечение: Graphana, Prometheus.

Фонд оценочных материалов (ФОМ) для проведения аттестации уровня сформированности компетенций обучающихся по дисциплине оформляется отдельным документом.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1. Книгообеспеченность

Наименование литературы: автор, название, вид издания, издательство	Год издания	КНИГООБЕСПЕЧЕННОСТЬ
		Наличие в электронном каталоге ЭБС
Основная литература		
1. Гифт, Н. Python и DevOps. Ключ к автоматизации Linux / Гифт Н., Берман К., Деза А. и др - ) – СПб: - Издательский дом «Питер», 2022, 544 с. - ISBN 978-5-4461-2929-4. - Текст : электронный. Режим доступа : по подписке.	2022	<a href="https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785446129294.html">https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785446129294.html</a>
2. Кочер, П.С. Микросервисы и контейнеры Docker./ Парминдер Сингх Кочер – М: ДМК Пресс - 2019. – ISBN 978-5-9706-0739-8 - Текст : электронный. Режим доступа : по подписке.	2019	<a href="https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970607398.html">https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970607398.html</a>
3. Разработка конвейеров машинного обучения.	2021	<a href="https://www.studentlibrary.ru/bo">https://www.studentlibrary.ru/bo</a>

Автоматизация жизненных циклов модели с помощью TensorFlow -/ Ханнес Хапке, Нельсон Кэтрин - пер. с англ. Желнова Н. Б. - Москва : ДМК Пресс, 2021. - 346 с. - ISBN 978-5-97060-886-9. - Текст : электронный. Режим доступа : по подписке.		ok/ISBN9785970608869.html
Дополнительная литература		
1. Флах, П. Машинное обучение. Наука и искусство построения алгоритмов, которые извлекают знания из данных / Флах П. - Москва : ДМК Пресс, 2015. - 400 с. - ISBN 978-5-97060-273-7. - Текст : электронный. Режим доступа : по подписке.	2015	<a href="https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970602737.html">https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970602737.html</a>
2. Рашка, С. Python и машинное обучение : крайне необходимое пособие по новейшей предсказательной аналитике, обязательное для более глубокого понимания методологии машинного обучения / Рашка С. - Москва : ДМК Пресс, 2017. - 418 с. - ISBN 978-5-97060-409-0. - Текст : электронный. Режим доступа : по подписке.	2017	<a href="https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970604090.html">https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970604090.html</a>

### 6.2. Периодические издания

1. Вестник компьютерных и информационных технологий ISSN 1810-7206.
2. 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>

### 6.3. Интернет-ресурсы

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. Электронно-библиотечная система «Лань» – <https://e.lanbook.com/>
5. Университетская библиотека ONLINE – <https://biblioclub.ru/>
6. Электронно-библиотечная система "Библиокомплектатор" (IPRbooks) <http://www.bibliocomplectator.ru/available>
7. Электронные информационные ресурсы Российской государственной библиотеки <https://www.rsl.ru/>
8. Научная электронная библиотека «КиберЛенинка» <https://cyberleninka.ru/>
9. Портал российского образования [www.edu.ru](http://www.edu.ru)
10. Портал российских электронных библиотек [www.elbib.ru](http://www.elbib.ru)
11. Научная электронная библиотека [www.eLibrary.ru](http://www.eLibrary.ru)
12. Научная библиотека ВлГУ [library.vlsu.ru](http://library.vlsu.ru)
13. Электронная библиотечная система ВлГУ <https://vlsu.bibliotech.ru/>
14. Архив наборов данных для анализа временных рядов. URL: [https://www.cs.ucr.edu/~eamonn/time\\_series\\_data\\_2018/](https://www.cs.ucr.edu/~eamonn/time_series_data_2018/)

## 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Для реализации данной дисциплины имеются специальные помещения для проведения занятий: занятий лекционного типа, практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы. Практические занятия проводятся в компьютерном классе, оборудованном мультимедийным проектором с экраном и обеспеченным доступом в

Интернет.

Перечень используемого лицензионного программного обеспечения:

- Операционная система Microsoft Windows 10
- Офисный пакет Microsoft Office 2016
- Бесплатное программное обеспечение ( Язык Python – <https://www.python.org/> Система контроля версий Git – <https://git-scm.com> GitHub – <https://github.com/> Форматтер YAPF – <https://github.com/google/yapf> Форматтер Black – <https://github.com/psf/black> Линтер Flake8 – <https://github.com/pycqa/flake8> Линтер Pylint – <https://github.com/PyCQA/pylint/> Библиотека машинного обучения Hugging Face <https://huggingface.co> Облачная платформа <https://www.heroku.com/> FastAPI – <https://fastapi.tiangolo.com/> Data Version Control –Data Version Control – <https://dvc.org/>)

Рабочую программу составил Куликов К.В. зав. каф. ВТиСУ  
(ФИО, должность, подпись)




Рецензент

(представитель работодателя) \_\_\_\_\_ Генеральный директор ООО "Диаграмма" Протягов И.В.



Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ВТ и СУ  
Протокол № 1 от 29 августа 2022 года  
Заведующий кафедрой Куликов К.В. \_\_\_\_\_



Рабочая программа рассмотрена и одобрена  
на заседании учебно-методической комиссии направления 09.04.01 информатика и  
вычислительная техника  
Протокол № 1 от 29 августа 2022 года  
Председатель комиссии Куликов К.В. зав. каф. ВТиСУ \_\_\_\_\_



**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ  
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ**

Рабочая программа одобрена на 20\_\_\_\_ / 20\_\_\_\_ учебный года

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на 20\_\_\_\_ / 20\_\_\_\_ учебный года

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на 20\_\_\_\_ / 20\_\_\_\_ учебный года

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на 20\_\_\_\_ / 20\_\_\_\_ учебный года

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на 20\_\_\_\_ / 20\_\_\_\_ учебный года

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на 20\_\_\_\_ / 20\_\_\_\_ учебный года

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на 20\_\_\_\_ / 20\_\_\_\_ учебный года

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

## ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

в рабочую программу дисциплины

Автоматизация машинного обучения

образовательной программы направления подготовки 09.04.01 «Информатика и вычислительная техника», направленность: *Инженерия искусственного интеллекта (магистратура)*

Номер изменения	Внесены изменения в части/разделы рабочей программы	Исполнитель ФИО	Основание (номер и дата протокола заседания кафедры)

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_