


Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Факультет повышения квалификации преподавателей	Дополнительная профессиональная программа	

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор – проректор  
по учебной работе

С.Б. Бакланов  
2023 г.



**Дополнительная профессиональная программа  
(программа профессиональной переподготовки)**

**«Системы искусственного интеллекта»**


(наименование программы)

**Информационно-коммуникационные технологии**


(отраслевая принадлежность программы)

Программу составили:  
Доцент кафедры прикладной  
математики  
Шабалин А.С

Рекомендовано к использованию в  
учебном процессе:  
решением ученого совета  
ФМИАТ 3/23 от 18.04.2023

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Факультет повышения квалификации преподавателей	Дополнительная профессиональная программа	

1. Дополнительная профессиональная программа (программа профессиональной переподготовки) ИТ-профиля «Системы искусственного интеллекта» (далее – Программа) разработана в соответствии с нормами Федерального закона РФ от 29 декабря 2012 года № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации», с учетом требований приказа Минобрнауки России от 1 июля 2013 г. № 499 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным профессиональным программам», с изменениями, внесенными приказом Минобрнауки России от 15 ноября 2013 г. № 1244 «О внесении изменений в Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным профессиональным программам, утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 1 июля 2013 г. № 499», приказа Министерства образования и науки РФ от 23 августа 2017 г. N 816 «Об утверждении Порядка применения организациями, осуществляющими образовательную деятельность, электронного обучения, дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ» (указать при необходимости); паспорта федерального проекта «Развитие кадрового потенциала ИТ-отрасли» национальной программы «Цифровая экономика Российской Федерации»; постановления Правительства Российской Федерации от 13 мая 2021 г. № 729 «О мерах по реализации программы стратегического лидерства «Приоритет-2030» (в редакции постановления Правительства Российской Федерации от 14 марта 2022 г. № 357 «О внесении изменений в постановление Правительства Российской Федерации от 13 мая 2021 г. № 729»); приказа Министерства цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации от 28 февраля 2022 г. № 143 «Об утверждении методик расчета показателей федеральных проектов национальной программы «Цифровая экономика Российской Федерации» и


Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Факультет повышения квалификации преподавателей	Дополнительная профессиональная программа	

признании утратившими силу некоторых приказов Министерства цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации об утверждении методик расчета показателей федеральных проектов национальной программы «Цифровая экономика Российской Федерации» (далее – приказ Министерства цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации № 143); федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 09.03.01 Информатика и вычислительная техника (уровень бакалавриата), утвержденного приказом Минобрнауки России от 12 января 2016 г. № 5 (далее вместе – ФГОС ВО)), а также профессионального стандарта «Программист», утвержденного приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 18 ноября 2013 г. № 679н.

2. Профессиональная переподготовка заинтересованных лиц (далее – Слушатели), осуществляемая в соответствии с Программой (далее – Подготовка), имеющей отраслевую направленность «Информационно-коммуникационные технологии», проводится в ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный университет» (далее – Университет) в соответствии с учебным планом в очной/заочной форме обучения.

3. Разделы, включенные в учебный план Программы, используются для последующей разработки календарного учебного графика, учебно-тематического плана, рабочей программы, оценочных и методических материалов. Перечисленные документы разрабатываются Университетом самостоятельно, с учетом актуальных положений законодательства об образовании, законодательства в области информационных технологий и смежных областей знаний ФГОС ВО и профессионального стандарта «Программист», утвержденного приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 18 ноября 2013 г. № 679н.

4. Программа регламентирует требования к профессиональной

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Факультет повышения квалификации преподавателей	Дополнительная профессиональная программа	

переподготовке в области разработки программного обеспечения с применением искусственного интеллекта и машинного обучения.

Срок освоения Программы составляет 256 академических часа.

К освоению Программы в рамках проекта допускаются лица:

- получающие высшее образование по очной (очно-заочной) форме, лица, освоившие основную профессиональную образовательную программу (далее – ОПОП ВО) бакалавриата – в объеме не менее первого курса (бакалавры 2-го курса), ОПОП ВО специалитета – не менее первого и второго курсов (специалисты 3-го курса).

5. Область профессиональной деятельности Разработка программного обеспечения.

## II. Цель

6. Целью подготовки слушателей по Программе является получение компетенции<sup>1</sup>, необходимой для выполнения нового вида профессиональной деятельности в области информационных технологий для обучающихся по специальностям и направлениям подготовки ИТ-сферы; приобретение новой квалификации Инженер-программист.

## III. Характеристика новой квалификации и связанных с ней видов профессиональной деятельности, трудовых функций и (или) уровней квалификации

7. Виды профессиональной деятельности, трудовая функция, указанные в профессиональном стандарте по соответствующей должности Инженер-программист, представлены в таблице 1:

<sup>1</sup>Указать целевые группы обучающихся, определенные паспортом Федерального проекта: – обучающиеся по специальностям и направлениям подготовки, не отнесенным к ИТ-сфере, – обучающиеся по специальностям и направлениям подготовки ИТ-сферы (выбрать нужное)


Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Факультет повышения квалификации преподавателей	Дополнительная профессиональная программа	

Таблица 1

**Характеристика новой квалификации, связанной с видом профессиональной деятельности и трудовыми функциями в соответствии с профессиональным стандартом «Программист»**

<b>Область профессиональной деятельности</b>	<b>Тип задач профессиональной деятельности</b>	<b>Код и наименование профессиональной компетенции</b>	<b>Трудовые действия</b>	<b>Трудовая функция</b>	<b>Обобщенная трудовая функция</b>	<b>Вид профессиональной деятельности</b>
06. Связь, информационные и коммуникационные технологии	производственно - технологический	<b>ПК-1</b> - Применяет Искусственный интеллект и машинное обучение <b>ПК-2</b> - Оценивает возможности применения искусственного интеллекта и машинного обучения <b>ПК-3</b> - Осуществляет сбор и подготовку данных для обучения моделей искусственного интеллекта	1. Разработка, изменение и согласование архитектуры программного обеспечения с системным аналитиком и архитектором программного обеспечения 2. Проектирование структур данных 3. Проектирование программных интерфейсов	D/03.6 Проектирование программного обеспечения	D Разработка требований и проектирование программного обеспечения	Разработка, отладка, проверка работоспособности, модификация программного обеспечения



Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Факультет повышения квалификации преподавателей	Дополнительная профессиональная программа	


Таблица 2

## Характеристика новой и развиваемой цифровой компетенции в ИТ-сфере, связанной с уровнем формирования и развития в результате освоения Программы «Системы искусственного интеллекта»

Наименование сферы	Код и наименование профессиональной компетенции	Пример инструментов	Минимальный исходный уровень развития компетенций	Базовый уровень развития компетенций	Продвинутый уровень развития компетенций	Экспертный уровень развития компетенций
			Компетенция не проявляется/ проявляется в степени, недостаточной для отнесения к 1 уровню сформированности компетенции.	Компетенция проявляется в незначительной степени, по заданным шаблонам и с посторонней помощью.	Компетенция самостоятельно проявляется на практике в стандартных профессиональных условиях без посторонней помощи.	Компетенция самостоятельно проявляется на практике в сложных профессиональных условиях с возможностью передачи знаний другим
Искусственный интеллект и машинное обучение	<b>ПК-1 - Применяет Искусственный интеллект и машинное обучение</b>	Обработка естественного языка, машинное зрение, нейросети и глубинное обучение, экспертные системы, распознавание текстов/речи/изображений, прогнозирование временных рядов.	Не применяет искусственный интеллект и машинное обучение -	Участует в проектах применения искусственного интеллекта и машинного обучения под контролем опытных специалистов -	<b>Разрабатывает отдельные части проектов по применению искусственного интеллекта и машинного обучения</b> +	На экспертном уровне контролирует проекты применения искусственного интеллекта и машинного обучения. Оценивает и применяет новые аналоги искусственного интеллекта и машинного обучения. Обучает других. -

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Факультет повышения квалификации преподавателей	Дополнительная профессиональная программа	

Искусственный интеллект и машинное обучение	<b>ПК-2 - Оценивает возможности применения искусственного интеллекта и машинного обучения</b>	Обработка естественного языка, машинное зрение, нейросети и глубинное обучение, экспертные системы, распознавание текстов/речи/изображений, прогнозирование временных рядов.	Не оценивает возможности применения искусственного интеллекта и машинного обучения, проводя бизнес-моделирование автоматизируемых процессов без внедрения технологий искусственного интеллекта	Оценивает возможности применения искусственного интеллекта и машинного обучения на уровне включения искусственного интеллекта в модель бизнес-процесса как компонента, без подробного описания и с общими требованиями, при внешней постановке задачи	<b>Оценивает возможности применения искусственного интеллекта и машинного обучения, эпизодически прибегая к экспертной консультации. Описывает бизнес-требования, требования к данным и перечень применимых алгоритмов искусственного интеллекта и машинного обучения для решения поставленных задач</b>	Оценивает возможности применения искусственного интеллекта и машинного обучения системно, на экспертном уровне, формируя системное решение с описанием бизнес-требований, бизнес-процессов, требований к данным и корпоративным хранилищам, конвейеров данных, перечень применимых алгоритмов искусственного интеллекта и машинного обучения для решения поставленных задач
Искусственный интеллект и машинное обучение	<b>ПК-3 - Осуществляет сбор и подготовку данных для обучения моделей искусственного интеллекта</b>	Обработка естественного языка, машинное зрение, нейросети и глубинное обучение, экспертные системы, распознавание текстов/речи/изображений, прогнозирование временных рядов.	Не применяет	Осуществляет критический отбор данных, проверяя их на целостность и непротиворечивость. Использует методы поиска данных и достоверные источники данных	<b>Использует методы редукции размерности элементов набора данных и их предварительной статистической обработки, разметки структурированных и неструктурированных данных</b>	Решает задачи связанные с планированием вычислительного эксперимента, формирования обучающей и контрольной выборки данных для каждой модели ИИ. Выявляет и исключает из массива данных ошибочные данные. Выделяет входные и выходные переменные с целью использования предиктивных моделей

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Факультет повышения квалификации преподавателей	Дополнительная профессиональная программа	

#### **IV. Характеристика новых и развиваемых цифровых компетенций, формирующихся в результате освоения программы**

8. В ходе освоения Программы Слушателем приобретаются следующие профессиональные компетенции:

**ПК-1** - Применяет Искусственный интеллект и машинное обучение;

**ПК-2** – Оценивает возможности применения искусственного интеллекта и машинного обучения;

**ПК-3** - Осуществляет сбор и подготовку данных для обучения моделей искусственного интеллекта.

В ходе освоения Программы Слушателем совершенствуются следующие профессиональные компетенции:

**ПК-1** - Применяет Искусственный интеллект и машинное обучение;

**ПК-2** – Оценивает возможности применения искусственного интеллекта и машинного обучения;

**ПК-3** - Осуществляет сбор и подготовку данных для обучения моделей искусственного интеллекта.


#### **V. Планируемые результаты обучения по ДПП ИП**

10. Результатами подготовки слушателей по Программе является получение компетенции, необходимой для выполнения нового вида профессиональной деятельности в области информационных технологий «Программист»; приобретение новой квалификации «Инженер-программист».

11. В результате освоения Программы слушатель должен:

**Знать:** Основные концепции и технологии искусственного интеллекта и их применение в различных областях, таких как компьютерное зрение, обработка естественного языка, машинное обучение, робототехника и




Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Факультет повышения квалификации преподавателей	Дополнительная профессиональная программа	

другие; Основные алгоритмы машинного обучения, включая обучение с учителем и без, а также их применение в реальных задачах; Принципы работы и применение нейронных сетей, глубоких нейронных сетей и сверточных нейронных сетей; Принципы и применение технологии обработки естественного языка и компьютерного зрения; Основные инструменты и технологии разработки искусственного интеллекта, включая Python, TensorFlow, Keras, PyTorch и другие; Понимание этических и правовых аспектов разработки и применения искусственного интеллекта, а также вопросов безопасности и конфиденциальности данных.

**Уметь:** Определять задачи и применять методы машинного обучения в соответствии с поставленными целями. Обрабатывать и преобразовывать данные для использования в алгоритмах машинного обучения. Разрабатывать и реализовывать модели машинного обучения на основе различных алгоритмов и методов. Оценивать качество моделей машинного обучения и определять наиболее подходящий алгоритм для конкретной задачи. Использовать нейронные сети для решения задач классификации, регрессии, кластеризации и других. Работать с библиотеками Python для машинного обучения, такими как TensorFlow, PyTorch, Scikit-Learn и другими. Работать с различными типами данных, включая изображения, звук и текст, используя методы машинного обучения. Разрабатывать приложения и системы, использующие методы машинного обучения для решения конкретных задач. Анализировать и интерпретировать результаты работы моделей машинного обучения и использовать их для принятия решений. Работать в команде с другими специалистами в области машинного обучения и искусственного интеллекта.

**Иметь навыки:<sup>2</sup>** Использовать существующие типовые решения и шаблоны проектирования программного обеспечения; применять методы и средства проектирования программного обеспечения, структур данных, баз

<sup>2</sup> Выделяются знания и умения в соответствии с профстандартом, связанные с результатами освоения Программы

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Факультет повышения квалификации преподавателей	Дополнительная профессиональная программа	

данных, программных интерфейсов; построения архитектуры программного обеспечения и виды архитектуры программного обеспечения;

## **VI. Организационно-педагогические условия реализации ДПП**

12. Реализация Программы должна обеспечить получение компетенции, необходимой для выполнения нового вида профессиональной деятельности в области информационных технологий «Программист»; приобретение новой квалификации «Инженер-программист».

13. Учебный процесс организуется с применением<sup>3</sup> электронного обучения, дистанционных образовательных технологий, инновационных технологий и методик обучения, способных обеспечить получение слушателями знаний, умений и навыков в области<sup>4</sup> 06. Связь, информационные и коммуникационные технологии.

14. Реализация Программы обеспечивается научно-педагогическими кадрами Университета, допустимо привлечение к образовательному процессу высококвалифицированных специалистов ИТ-сферы и/или дополнительного профессионального образования в части, касающейся профессиональных компетенций в области создания алгоритмов и программ, пригодных для практического применения, с обязательным участием представителей профильных организаций-работодателей. Возможно привлечение региональных руководителей цифровой трансформации (отраслевых ведомственных и/или корпоративных) к проведению итоговой аттестации, привлечение работников организаций реального сектора экономики субъектов Российской Федерации.


## **VII. Учебный план ДПП**

15. Объем Программы составляет 256 академических часа

16. Учебный план Программы определяет перечень, последовательность,

<sup>3</sup> При необходимости указать нужное — электронного обучения, дистанционных образовательных технологий

<sup>4</sup> Разрабатывается на основе ФГОС ВО (3++), соответствует разделу 1.11 ФГОС ВО и конкретному профстандарту


Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Факультет повышения квалификации преподавателей	Дополнительная профессиональная программа	

общую трудоемкость разделов и формы контроля знаний.


### Учебный план программы профессиональной переподготовки

#### «Системы искусственного интеллекта»

	<b>Модуль 1. Машинное обучение</b>	<b>90</b>	
1.1	Введение в машинное обучение. Основные термины, постановки задач и примеры применения.	4	Теоретический опрос, лабораторная работа
1.2	Типы данных и виды задач машинного обучения. Библиотека pandas. Библиотека scikit-learn.	8	Теоретический опрос, лабораторная работа
1.3	Модель линейной регрессии. Подготовка данных для линейных моделей.	6	Теоретический опрос, лабораторная работа
1.4	Переобучение. Отложенная выборка и кросс-валидация. Градиентный спуск	6	Теоретический опрос, лабораторная работа
1.5	Метрики качества классификации. Доля верных ответов. Линейные модели классификации.	6	Теоретический опрос, лабораторная работа
1.6	Решающие деревья. Жадный алгоритм обучения дерева.	6	Теоретический опрос, лабораторная работа
1.7	Бэггинг и случайные леса.	6	Теоретический опрос, лабораторная работа
1.8	Анализ временных рядов. Градиентный бустинг	8	Теоретический опрос, лабораторная работа
1.9	Обучение без учителя. Метод k-ближайших соседей.	8	Теоретический опрос, лабораторная работа
1.10	Проектный интенсив «Разведочный анализ данных и алгоритмы машинного обучения»	30	Защита проекта
1.11	Промежуточная аттестация	2	Решение проектной задачи (зачет)
	<b>Модуль 2. Цифровые инструменты в ИТ деятельности</b>	<b>48</b>	
2.1	Цифровые инструменты в разработке	4	Лабораторная работа

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Факультет повышения квалификации преподавателей	Дополнительная профессиональная программа	

2.2	Введение в проектную деятельность в ИТ, работа в команде	6	Лабораторная работа
2.3	Основы и инструменты управления проектами, Jira, Trello, Miro, Kanban-доска	6	Лабораторная работа
2.4	Подходы к управлению разработкой и сопровождению программ, Scrum, Agile.	8	Лабораторная работа
2.5	Инструменты контроля и управления версиями проекта, Git, автодеплой.	8	Лабораторная работа
2.6	Docker, автоматизация развёртывания и управления приложениями в средах с поддержкой контейнеризации.	8	Лабораторная работа
2.7	Управление контейнеризованными рабочими нагрузками и сервисами, Kubernetes	6	Лабораторная работа
2.8	Промежуточная аттестация	2	Решение проектной задачи (зачет)
	<b>Модуль 3. Технологии ИИ</b>	<b>90</b>	
3.1	Подходы и направления исследований в ИИ	4	Теоретический опрос, лабораторная работа
3.2	Понятие машинного обучения. Понятие интеллектуального анализа данных (Data Mining)	4	Теоретический опрос, лабораторная работа
3.3	Представление знаний и экспертные системы	4	Теоретический опрос, лабораторная работа
3.4	Онтологический инжиниринг	4	Теоретический опрос, лабораторная работа
3.5	Нечеткие системы	4	Теоретический опрос, лабораторная работа
3.6	Эволюционное моделирование (генетические алгоритмы)	4	Теоретический опрос, лабораторная работа
3.7	Нейронные сети	20	Теоретический опрос, лабораторная работа
3.8	Обработка естественного языка	16	Теоретический опрос, лабораторная работа
3.9	Проектный интенсив "Искусственные нейронные сети"	28	Защита проекта

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Факультет повышения квалификации преподавателей	Дополнительная профессиональная программа	


3.10	Промежуточная аттестация	2	Решение проектной задачи (зачет)
4	Практика	20	Зачет
5	Итоговая аттестация	8	Квалификационный экзамен
	Итого:	256	

### **VIII. Календарный учебный график**

18. Календарный учебный график представляет собой график учебного процесса, устанавливающий последовательность и продолжительность обучения и итоговой аттестации по учебным дням.


Календарный учебный график программы профессиональной переподготовки «Системы искусственного интеллекта»



Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Факультет повышения квалификации преподавателей	Дополнительная профессиональная программа	

	<b>Модуль 3. Технологии ИИ</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4	4	4	6	6	6	6	6	6	4	6	6	2	0	0	0	0						
3.1	Подходы и направления исследований в ИИ																								4																						4	
3.2	Понятие машинного обучения. Понятие интеллектуального анализа данных (Data Mining)																									4																					4	
3.3	Представление знаний и экспертные системы																											4																				4
3.4	Онтологический инжиниринг																												4																		4	
3.5	Нечеткие системы																													4																	4	
3.6	Эволюционное моделирование (генетические алгоритмы)																													2	2																4	
3.7	Нейронные сети																													4	6																10	
3.8	Обработка естественного языка																																														12	
3.9	Проектный интенсив "Искусственные нейронные сети"																																														16	
3.10	Промежуточная аттестация																																														2	
4	Практика																																														20	
5	Итоговая аттестация																																															8
	<b>ИТОГО</b>	<b>0</b>	<b>4</b>	<b>8</b>	<b>6</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>6</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>8</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>2</b>	<b>8</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>8</b>	<b>186</b>				

Лекции, семинары, часть лаб. раб.
Проектно-образовательный интенсив
Ассесмент
Нерабочие дни, сессия

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Факультет повышения квалификации преподавателей	Дополнительная профессиональная программа	


## IX. Рабочая программа учебных предметов, курсов, дисциплин (модулей)

19. Рабочая программа содержит перечень разделов и тем, а также рассматриваемых в них вопросов с учетом их трудоемкости.


Рабочая программа разрабатывается Университетом с учетом профессионального стандарта «Программист».

№ п/п	Наименование и краткое содержание раздела(модуля)	Объем, часов
1.1	Введение в машинное обучение. Основные термины, постановки задач и примеры применения. <i>Основные определения машинного обучения. Объект, пространство объектов, ответ или целевая переменная, признаковое описание, обучающая выборка. Обучение с учителем. Бинарная классификация. Многоклассовая классификация. Задача регрессии. Функционал ошибки.</i>	4
1.2	Типы данных и виды задач машинного обучения. Библиотека pandas. Библиотека scikit-learn. <i>Синтетические данные. Геометрические данные. Табличные данные. Вещественные признаки. Порядковые признаки. Данные изображений. Текстовые данные. Аудио данные. Видео данные. Графовые данные. Временные ряды. Задача прогнозирования временного ряда. Обработка данных библиотека Pandas, Визуализация данных, Статистические способы оценки. Библиотека scikit-learn основные возможности.</i>	8
1.3	Модель линейной регрессии. Подготовка данных для линейных моделей. <i>Линейные модели. Модель линейной регрессии. Подготовка данных для линейных моделей. Гиперпараметры и параметры. Измерение ошибки в задачах регрессии. Устойчивые к выбросам функции потерь. Относительные функции потерь. MSE. MAE. Log-Kosh. Квантиль функции потерь.</i>	6
1.4	Переобучение. Отложенная выборка и кросс-валидация. Градиентный спуск <i>Переобученная модель. Оценка качества моделей. Отложенная выборка. Кросс-валидация. Устойчивость модели машинного обучения. Аналитическое решение для линейной регрессии. Градиент и его свойства. Антиградиент. Градиентный спуск. Стохастический градиентный спуск. Модификации градиентного спуска.</i>	6
1.5	Метрики качества классификации. Доля верных ответов. Линейные модели классификации. <i>Линейные модели классификации. Логистическая функция потерь. Кусочно-линейная функция потерь. Доля правильных ответов. Матрица ошибок. Точность. Полнота. F-мера. Рос кривая. Чувствительность к соотношению классов.</i>	6




Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Факультет повышения квалификации преподавателей	Дополнительная профессиональная программа	


1.6	Решающие деревья. Жадный алгоритм обучения дерева. <i>Определение решающего дерева. Бинарное решающее дерево. Построение деревьев. Сингулярность. Критерий информативности. Ошибка классификации. Критерий Джини. Энтропийный критерий. Методы стрижки деревьев.</i>	6
1.7	Бэггинг и случайные леса. <i>Бутстрап. Минимум среднеквадратичного риска. Ошибка метода обучения. Бэггинг над решающими деревьями. Случайный лес. Out-of-Bag. Связь с метрическими методами.</i>	6
1.8	Анализ временных рядов. Градиентный бустинг <i>Временной ряд. Сглаживание временных рядов. Скользящая средняя. Взвешенная средняя. Экспоненциальное сглаживание. Кросс-валидация на временном ряду. Метод скользящего окна для кросс-валидации. SARIMA. Базовая модель. Градиентный бустинг. Взвешенная сумма базовых алгоритмов. Регуляризация. Сокращение шага. Функции потерь. Градиентный бустинг над деревьями. Взвешивание объектов. Влияние шума на обучение.</i>	8
1.9	Обучение без учителя. Метод k-ближайших соседей. <i>Метод главных компонент. Кластеризация. Метрики качества кластеризации. Внутрикластерное расстояние. Межкластерное расстояние. Индекс Данна. Метод k-means. Графовые методы. Обучение представлений. Спектральная кластеризация. Агломеративная кластеризация.</i>	8
1.10	Проектный интенсив «Разведочный анализ данных и алгоритмы машинного обучения»	30
1.11	Промежуточная аттестация	2
2.1	Цифровые инструменты в разработке <i>Языки программирования и их применение в разработке, Тестирование программного обеспечения и отладка, Контроль версий и совместная работа в команде, Инструменты автоматизации разработки и сборки проектов, Основы кибербезопасности и защита данных.</i>	4
2.2	Введение в проектную деятельность в ИТ, работа в команде <i>Основы проектного управления в ИТ, Жизненный цикл проекта и его особенности в ИТ, Роль проектного менеджера и команды в проектной деятельности, Коммуникационные навыки в проектной команде, Работа с рисками и конфликтами в проектной деятельности, Проектное планирование и управление временем, Бюджетирование и управление ресурсами в проектной деятельности, Оценка эффективности проекта и его завершение</i>	6
2.3	Основы и инструменты управления проектами, Jira, Trello, Miro, Kanban-доска <i>Jira, Создание и управление задачами, Отслеживание прогресса выполнения задач, Отчетность Trello, Создание и управление карточками, Организация задач в досках, Отслеживание прогресса выполнения задач, Miro, Работа с диаграммами и схемами, Коллаборация в реальном времени, Организация задач в рабочих пространствах Kanban-доска, Организация задач в виде карточек на доске,</i>	6

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Факультет повышения квалификации преподавателей	Дополнительная профессиональная программа	

	<i>Управление рабочим процессом с помощью статусов задач, Визуализация прогресса выполнения задач</i>	
2.4	Подходы к управлению разработкой и сопровождению программ, Scrum, Agile <i>Agile-методология, Принципы и преимущества, Основные подходы: Scrum, Kanban, XP, Роли в команде Scrum: Product Owner, Scrum Master, Разработчики, События в Scrum: Sprint, Sprint Planning, Daily Scrum, Sprint Review, Sprint Retrospective Артефакты в Scrum: Product Backlog, Sprint Backlog, Increment</i>	8
2.5	Инструменты контроля и управления версиями проекта, Git, автодеплой. <i>Введение в системы контроля версий, Основные принципы работы с Git, Git workflow и ветвление, Работа с удаленными репозиториями, Практические задания по работе с Git, Автоматизация деплоя приложений, Непрерывная интеграция (CI) и непрерывное развертывание (CD), Практические задания по настройке автодеплоя</i>	8
2.6	Docker, автоматизация развёртывания и управления приложениями в средах с поддержкой контейнеризации. <i>Введение в Docker и контейнеризацию приложений, Установка и настройка Docker, Создание и запуск контейнеров, Операции с контейнерами: запуск, остановка, удаление, копирование файлов и т.д. Работа с Docker-образами: создание, загрузка, удаление, обновление, Управление Docker-компонентами с помощью Docker Compose, Автоматизация развертывания приложений в Docker-контейнерах с помощью инструментов: Ansible, Chef, Puppet Интеграция Docker в CI/CD процесс: автодеплой, тестирование и сборка контейнеров, Масштабирование и управление сетями в Docker-окружении, Примеры использования Docker в различных сценариях: веб-серверы, базы данных, приложения микросервисов, машинное обучение и т.д.</i>	8
2.7	Управление контейнеризованными рабочими нагрузками и сервисами, Kubernetes <i>Введение в Kubernetes: понятия, основные компоненты и архитектура, Создание кластера Kubernetes: различные способы и настройки, Подготовка приложений для работы в Kubernetes: контейнеризация и упаковка в Pod, Организация работы в Kubernetes с помощью ReplicaSet и Deployment, Управление конфигурацией Kubernetes: ConfigMap и Secret, Обеспечение доступности приложений с помощью Service и Ingress, Масштабирование и управление ресурсами Kubernetes: Horizontal Pod Autoscaling (HPA), Vertical Pod Autoscaling (VPA) и Resource Quotas</i>	6
2.8	Промежуточная аттестация	2
3.1	Подходы и направления исследований в ИИ <i>Предыстория, история развития искусственного интеллекта как научного направления. Нейрокибернетика и кибернетика «черного ящика». История развития искусственного интеллекта в России. Основные направления исследований в области</i>	4


Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Факультет повышения квалификации преподавателей	Дополнительная профессиональная программа	

	<i>искусственного интеллекта. Свойства интеллектуальных информационных систем.</i>	
3.2	Понятие машинного обучения. Понятие интеллектуального анализа данных (Data Mining) <i>Понятие машинного обучения (индуктивное и дедуктивное, глубокое). Понятие интеллектуального анализа данных. Технология Data Mining (определение, задачи, модели, методы, этапы). Методы классификации и регрессии: построения правил классификации, деревьев решений, математических функций; поиска ассоциативных правил, кластеризации. Visual- и Text-Mining. Стандарты технологии.</i>	4
3.3	Представление знаний и экспертные системы <i>Модели представления знаний, определение, классификация, достоинства и недостатки. Продукционная, сетевая, фреймовая модели. Вероятностные модели. Онтологии. Понятие экспертных систем. Методы вывода. Продукционные экспертные системы.</i>	4
3.4	Онтологический инжиниринг <i>Определение онтологий. Стек протоколов Semantic Web. Основные элементы онтологий: классы, индивиды, свойства, аксиомы. Запросы к онтологиям. Использование правил в онтологиях. Семантические машины вывода</i>	4
3.5	Нечеткие системы <i>Теория нечётких множеств. Понятие нечеткого множества. Функция принадлежности. Операции с нечеткими множествами. Нечеткие отношения. Лингвистическая переменная. Нечеткие высказывания. Нечеткая импликация.</i>	4
3.6	Эволюционное моделирование (генетические алгоритмы) <i>Эволюционное моделирование. Определение и основные понятия генетического алгоритма. Операторы кроссовер, мутация, и инверсия. Фито-функция. Методы отбора особей. Виды генетического алгоритма. Задачи, решаемые генетическим алгоритмом.</i>	4
3.7	Нейронные сети <i>Понятие нейрона. Модель математического нейрона. Перцептрон Розенблатта. Правила Хебба. Алгоритм обучения по дельта-правилу. Проблема «исключающего или». Обучение многослойной нейронной сети методом обратного распространения ошибки. Классификация нейронных сетей. Задачи, решаемые нейронными сетями. Глубинное обучение. Свёрточные нейронные сети. Рекуррентные нейронные сети. Инициализация весов НС. Нормализация.</i>	20
3.8	Обработка естественного языка <i>NLP задачи, Извлечение информации, Анализ тональности текста, Токенизация по предложениям, Токенизация по словам, Лемматизация и стемминг текста, Стоп-слова, Регулярные выражения, Мешок слов, TF-IDF.</i>	16
3.9	Проектный интенсив "Искусственные нейронные сети"	28
3.10	Промежуточная аттестация	2


Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Факультет повышения квалификации преподавателей	Дополнительная профессиональная программа	

4	<b><i>Практика</i></b>	20
5	<b><i>Итоговая аттестация</i></b>	8


20. Учебно-тематический план Программы определяет тематическое содержание, последовательность разделов и (или) тем и их трудоемкость.

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Факультет повышения квалификации преподавателей	Дополнительная профессиональная программа	


№	Наименование разделов, модулей	Всего часов	В том числе (включая проектно-образовательные интенсивы)				Самост. работа	Форма контроля
			Контактная работа					
			Всего	Лекции	Семинары	Лаб. Работы		
	<b>Модуль 1. Машинное обучение</b>	<b>90</b>		20		40	30	
1.1	Введение в машинное обучение. Основные термины, постановки задач и примеры применения.	4		1		1	2	Теоретический опрос, лабораторная работа
1.2	Типы данных и виды задач машинного обучения. Библиотека pandas. Библиотека scikit-learn.	8		1		5	2	Теоретический опрос, лабораторная работа, Подготовка к сдаче зачета
1.3	Модель линейной регрессии. Подготовка данных для линейных моделей.	6		2		2	2	Теоретический опрос, лабораторная работа, Подготовка к сдаче зачета
1.4	Переобучение. Отложенная выборка и кросс-валидация. Градиентный спуск	6		2		2	2	Теоретический опрос, лабораторная работа, Подготовка к сдаче зачета
1.5	Метрики качества классификации. Доля верных ответов. Линейные модели классификации.	6		2		2	2	Теоретический опрос, лабораторная работа, Подготовка к сдаче зачета
1.6	Решающие деревья. Жадный алгоритм обучения дерева.	6		2		2	2	Теоретический опрос, лабораторная работа, Подготовка к сдаче зачета
1.7	Бэггинг и случайные леса.	6		2		2	2	Теоретический опрос, лабораторная работа, Подготовка к сдаче зачета

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Факультет повышения квалификации преподавателей	Дополнительная профессиональная программа	

1.8	Анализ временных рядов. Градиентный бустинг	8		4		2	2	Теоретический опрос, лабораторная работа, Подготовка к сдаче зачета
1.9	Обучение без учителя. Метод k-ближайших соседей.	8		4		2	2	Теоретический опрос, лабораторная работа, Подготовка к сдаче зачета
1.10	Проектный интенсив «Разведочный анализ данных и алгоритмы машинного обучения»	30				18	12	Подготовка к защите проекта, командная работа
1.11	Промежуточная аттестация	2				2		Решение проектной задачи (зачет)
	<b>Модуль 2. Цифровые инструменты в ИТ деятельности</b>	48		10		24	14	
2.1	Цифровые инструменты в разработке	4		1		1	2	Лабораторная работа, Подготовка к сдаче зачета
2.2	Введение в проектную деятельность в ИТ, работа в команде	6		1		3	2	Лабораторная работа, Подготовка к сдаче зачета
2.3	Основы и инструменты управления проектами, Jira, Trello, Miro, Kanban-доска	6		2		2	2	Лабораторная работа, Подготовка к сдаче зачета
2.4	Подходы к управлению разработкой и сопровождению программ, Scrum, Agile.	8		2		4	2	Лабораторная работа, Подготовка к сдаче зачета
2.5	Инструменты контроля и управления версиями проекта, Git, автодеплой.	8		2		4	2	Лабораторная работа, Подготовка к сдаче зачета
2.6	Docker, автоматизация развёртывания и управления приложениями в средах с поддержкой контейнеризации.	8		1		5	2	Лабораторная работа, Подготовка к сдаче зачета


Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Факультет повышения квалификации преподавателей	Дополнительная профессиональная программа	

2.7	Управление контейнеризованными рабочими нагрузками и сервисами, Kubernetes	6		1		3	2	Лабораторная работа, Подготовка к сдаче зачета
2.8	Промежуточная аттестация	2				2		Решение проектной задачи (зачет)
	<b>Модуль 3. Технологии ИИ</b>	<b>90</b>		20		44	26	
3.1	Подходы и направления исследований в ИИ	4		2		2		Теоретический опрос, лабораторная работа, Подготовка к сдаче зачета
3.2	Понятие машинного обучения. Понятие интеллектуального анализа данных (Data Mining)	4		2		2		Теоретический опрос, лабораторная работа, Подготовка к сдаче зачета
3.3	Представление знаний и экспертные системы	4		2		2		Теоретический опрос, лабораторная работа, Подготовка к сдаче зачета
3.4	Онтологический инжиниринг	4		2		2		Теоретический опрос, лабораторная работа, Подготовка к сдаче зачета
3.5	Нечеткие системы	4		2		2		Теоретический опрос, лабораторная работа, Подготовка к сдаче зачета
3.6	Эволюционное моделирование (генетические алгоритмы)	4		2		2		Теоретический опрос, лабораторная работа, Подготовка к сдаче зачета
3.7	Нейронные сети	20		4		6	10	Теоретический опрос, лабораторная работа, Подготовка к сдаче зачета

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Факультет повышения квалификации преподавателей	Дополнительная профессиональная программа	

3.8	Обработка естественного языка	16		4		8	4	Теоретический опрос, лабораторная работа, Подготовка к сдаче зачета
3.9	Проектный интенсив "Искусственные нейронные сети"	28				16	12	Подготовка к защите проекта, командная работа
3.10	Промежуточная аттестация	2				2		Решение проектной задачи (зачет)
4	<b>Практика</b>	20				20		Сбор, обработка материалов, выполнение заданий руководителя
5	<b>Итоговая аттестация</b>	8				8		Подготовка к квалификационному экзамену
	<b>ИТОГО</b>	<b>256</b>	<b>186</b>	<b>50</b>	<b>0</b>	<b>136</b>	<b>70</b>	
<b>Промежуточная аттестация</b>		Зачеты по результатам освоения каждого модуля						
<b>Итоговая аттестация</b>		Защита проекта, Квалификационный экзамен						




Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Факультет повышения квалификации преподавателей	Дополнительная профессиональная программа	

Программа профессиональной переподготовки включает проектную деятельность (проектный практикум) обучающихся, объединенных в проектные команды (группы), формируемые с учетом роли каждого участника команды и его вклада в реализацию проекта. Проектная деятельность ориентирована на решение практических задач, имеющих прикладной характер. Она позволяет студентам участвовать в создании конкретного результата и научиться работать в условиях ограниченного времени, под руководством реального заказчика, презентовать проект, работать в команде, а также обрести навыки профессиональной коммуникации с различными контрагентами. Проектные команды работают над реальными кейсами, сформированными представителями профильной сферы. К работе с проектными командами привлекаются IT-специалисты в области разработки программного обеспечения с использованием технологий искусственного интеллекта и машинного обучения.

Применение таких образовательных технологий как проектная деятельность и хакатоны станет дополнительным мотивом для региональных IT-компаний принять участие в проекте «Цифровые кафедры», поскольку такие форматы позволяют отобрать наиболее перспективных сотрудников, минимизируя при этом издержки на рекрутинг. Представители IT-сферы получают возможность оперативно проверить такие качества как

- способность работать в команде;
- наличие знаний и навыков, необходимых на разных этапах подготовки проекта;
- умение решать бизнес-задачи;
- умение решить задачу в сжатые сроки, а затем обосновать свое решение.

Содержание, требования, условия и порядок организации самостоятельной работы обучающихся с учетом формы обучения

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Факультет повышения квалификации преподавателей	Дополнительная профессиональная программа	


определяются в соответствии с «Положением об организации самостоятельной работы обучающихся», утвержденным Ученым советом УлГУ (протокол №8/268 от 26.03.2019 г.).

Для качественного усвоения обучающимися учебного материала при выполнении ими индивидуальных заданий необходимо, чтобы все работы выполнялись студентами после проработки соответствующего учебного материала (лекционного, образовательного контента, размещенного в LMS университета, рекомендованной преподавателем литературы и др.). Основная задача по организации учебного процесса по данной дисциплине сводится к обеспечению равномерной активной работы студентов над курсом в течение всего учебного семестра. Обучающиеся должны регулярно прорабатывать пройденный материал, готовиться к занятиям. Для контроля качества усвоения учебного материала обучающимися следует проводить опросы по изученной теме. Для долговременного запоминания изученного материала следует увязывать вновь изучаемые вопросы с материалом предыдущих тем, добиваться преемственности знаний.

При выполнении заданий, вынесенных на самостоятельное изучение, необходимо наряду с библиотечным фондом пользоваться различными источниками знаний, размещенными в сети Интернет.

В рамках Программы обучающимся предстоит выполнить следующие виды самостоятельной работы:

- анализ и усвоение изучаемого материала теоретического материала;
- проработка лекционного материала;
- подготовка к выполнению практических заданий (лабораторные работы, хакатоны);
- подготовка к тестированию;
- подготовка к участию в проектной деятельности и выполнение функций участника проектной команды в рамках внеаудиторной части


Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Факультет повышения квалификации преподавателей	Дополнительная профессиональная программа	

проектных практикумов и хакатонов.

Лекционные занятия проводятся с использованием технологии перевернутый класс. Обучающиеся заблаговременно обеспечиваются раздаточным материалом по изучаемой теме (модулю). Для этих целей используется LMS университета. Материал не должен подменять конспекта лекции, который слушатель должен составлять самостоятельно.

При подготовке к практическим занятиям (лабораторным работам, хакатоном, проектным интенсивам) обучающимся следует изучить рекомендованный преподавателем теоретический материал, выполнить запланированные задания, выяснить вопросы, которые показались непонятными во время выполнения предыдущего занятия, при необходимости обратиться к преподавателю за консультацией, используя коммуникационные сервисы LMS университета.

Не менее важно использовать командный формат организации самостоятельной работы. Как известно, эффективная командная работа сегодня является одним из самых востребованных качеств сотрудников продуктивных IT-компаний. Для достижения целей Программы привлеченные к организации проектной деятельности обучающиеся преподаватель-руководитель проекта проектирует индивидуальную и командную работу на каждом этапе, формулирует критерии оценки, приводит образцы выполнения работы, представляет инструменты для самооценки качества результатов разработки. Участие в Программе обучающихся по разным направлениям и профилям в рамках основной образовательной программы (например, юристов, экономистов, журналистов и др.) позволяет формировать команды, состоящие из представителей разных профессий. Такой подход признан наиболее эффективным при формировании проектных команд. LMS университета предоставляет все необходимые инструменты для организации и контроля самостоятельной работы обучающихся в командном формате,

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Факультет повышения квалификации преподавателей	Дополнительная профессиональная программа	

обеспечивая, в том числе, возможности преподавателей-тьюторов по консультированию команды в процессе работы, активному участию в защите разработанных программных продуктов.

Групповая консультация проводится в следующих случаях:

- когда необходимо подробно рассмотреть практические вопросы, которые были недостаточно освещены в рамках аудиторных занятий;
- с целью оказания помощи в самостоятельной работе (проектная деятельность, подготовка к ассесменту, промежуточной или итоговой аттестации).

Руководство выполнением самостоятельной работы обучающихся осуществляется в форме:

- текущего собеседования и контроля;
- консультаций;
- анализа рецензирования, оценки, корректировки выполняемых работ;
- дискуссий, эвристических и мотивационных бесед;


## **Х. Формы аттестации**

21. Слушатели, успешно выполнившие все элементы учебного плана, допускаются к итоговой аттестации.

Итоговая аттестация по Программе проводится в форме демонстрационного экзамена (тематического хакатона).

22. Лицам, успешно освоившим Программу (в области создания алгоритмов и программ, пригодных для практического применения, или навыков использования и освоения цифровых технологий, необходимых для выполнения нового вида профессиональной деятельности) и прошедшим итоговую аттестацию в рамках проекта «Цифровые кафедры», выдается документ о квалификации: диплом о профессиональной переподготовке.

При освоении ДПП ПП параллельно с получением высшего образования диплом о профессиональной переподготовке выдается не ранее получения

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Факультет повышения квалификации преподавателей	Дополнительная профессиональная программа	

соответствующего документа об образовании и о квалификации (за исключением лиц, имеющих среднее профессиональное или высшее образование).

23. Лицам, не прошедшим итоговую аттестацию или получившим на итоговой аттестации неудовлетворительные результаты, а также лицам, освоившим часть Программы и (или) отчисленным из Университета, выдается справка об обучении или о периоде обучения по образцу, самостоятельно устанавливаемому Университетом.


## **XI. Оценочные материалы**

24. Контроль знаний, полученных слушателями при освоении разделов (модулей) Программы, осуществляется в следующих формах:

- текущий контроль успеваемости – обеспечивает оценивание хода освоения разделов Программы, проводится в форме теоретического опроса и лабораторных работ;

- промежуточная аттестация – завершает изучение отдельного модуля Программы, проводится в форме зачета (решения специализированной задачи на ЭВМ); , а также в формате защиты проектных работ, выполненных в рамках проектных интенсивов после модуля 1 и модуля 3. Интенсив предполагает решение практико-ориентированных кейсов, работу в команде, развитие компетенций, освоение передовых практик, поддержку наставников и экспертов.


- итоговая аттестация – завершает изучение всей программы, проводится в форме защиты проектных работ, произведенных в рамках итогового хакатона. Обучающиеся в составе проектных команд разрабатывают конкретные программных продукты по кейсам, сформированным индустриальными партнерами университета из реального сектора экономики. Таким образом, обучающиеся имеют дело с актуальными прикладными

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Факультет повышения квалификации преподавателей	Дополнительная профессиональная программа	

задачами, стоящими перед региональными предприятиями. Жюри хакатона составляют представители IT-компаний.

25. В ходе освоения Программы каждый слушатель выполняет следующие отчетные работы:


№ п/п	Наименование раздела (модуля)	Задание	Критерии оценки
	<b>Модуль 1. Машинное обучение</b>		
1.1	Введение в машинное обучение. Основные термины, постановки задач и примеры применения.	<i>Теоретический опрос п. 26.1.1, лабораторная работа 1</i>	<i>Зачет, незачет</i>
1.2	Типы данных и виды задач машинного обучения. Библиотека pandas. Библиотека scikit-learn.	<i>Теоретический опрос п. 26.1.2, лабораторная работа 1</i>	<i>Зачет, незачет</i>
1.3	Модель линейной регрессии. Подготовка данных для линейных моделей.	<i>Теоретический опрос п. 26.1.3, лабораторная работа 2</i>	<i>Зачет, незачет</i>
1.4	Переобучение. Отложенная выборка и кросс-валидация. Градиентный спуск	<i>Теоретический опрос п. 26.1.4, лабораторная работа 2</i>	<i>Зачет, незачет</i>
1.5	Метрики качества классификации. Доля верных ответов. Линейные модели классификации.	<i>Теоретический опрос п. 26.1.5, лабораторная работа 2</i>	<i>Зачет, незачет</i>
1.6	Решающие деревья. Жадный алгоритм обучения дерева.	<i>Теоретический опрос п. 26.1.6, лабораторная работа 3</i>	<i>Зачет, незачет</i>
1.7	Бэггинг и случайные леса.	<i>Теоретический опрос п. 26.1.7, лабораторная работа 3</i>	<i>Зачет, незачет</i>
1.8	Анализ временных рядов. Градиентный бустинг	<i>Теоретический опрос п. 26.1.8, лабораторная работа 4</i>	<i>Зачет, незачет</i>
1.9	Обучение без учителя. Метод k-ближайших соседей.	<i>Теоретический опрос п. 26.1.9, лабораторная работа 4</i>	<i>Зачет, незачет</i>
1.10	Проектный интенсив «Разведочный анализ данных и алгоритмы машинного обучения»	<i>Проектная задача, Примеры п.26 проектная задача 1, проектная задача 2.</i>	<i>Зачет, незачет</i>
1.11	Промежуточная аттестация	<i>Решение поставленной задачи используя специализированное ПО. Пример п.27 модуль 1</i>	<i>Зачет, незачет</i>
	<b>Модуль 2. Цифровые инструменты в IT деятельности</b>		
2.1	Цифровые инструменты в разработке	<i>Лабораторная работа 5</i>	<i>Зачет, незачет</i>
2.2	Введение в проектную деятельность в IT, работа в команде	<i>Лабораторная работа 5</i>	<i>Зачет, незачет</i>
2.3	Основы и инструменты управления проектами, Jira,	<i>Лабораторная работа 5</i>	<i>Зачет, незачет</i>

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Факультет повышения квалификации преподавателей	Дополнительная профессиональная программа	

	Trello, Miro, Kanban-доска		
2.4	Подходы к управлению разработкой и сопровождению программ, Scrum, Agile.	<i>Лабораторная работа 5</i>	<i>Зачет, незачет</i>
2.5	Инструменты контроля и управления версиями проекта, Git, автодеплой.	<i>Лабораторная работа 6</i>	<i>Зачет, незачет</i>
2.6	Docker, автоматизация развёртывания и управления приложениями в средах с поддержкой контейнеризации.	<i>Лабораторная работа 6</i>	<i>Зачет, незачет</i>
2.7	Управление контейнеризованными рабочими нагрузками и сервисами, Kubernetes	<i>Лабораторная работа 6</i>	<i>Зачет, незачет</i>
2.8	Промежуточная аттестация	<i>Решение поставленной задачи используя специализированное ПО. Пример п.27 модуль 2</i>	<i>Зачет, незачет</i>
	<b>Модуль 3. Технологии ИИ</b>		
3.1	Подходы и направления исследований в ИИ	<i>Теоретический опрос п. 26.3.1</i>	<i>Зачет, незачет</i>
3.2	Понятие машинного обучения. Понятие интеллектуального анализа данных (Data Mining)	<i>Теоретический опрос п. 26.3.2</i>	<i>Зачет, незачет</i>
3.3	Представление знаний и экспертные системы	<i>Теоретический опрос п. 26.3.3</i>	<i>Зачет, незачет</i>
3.4	Онтологический инжиниринг	<i>Теоретический опрос п. 26.3.4</i>	<i>Зачет, незачет</i>
3.5	Нечеткие системы	<i>Теоретический опрос п. 26.3.5, лабораторная работа 7</i>	<i>Зачет, незачет</i>
3.6	Эволюционное моделирование (генетические алгоритмы)	<i>Теоретический опрос п. 26.3.6, лабораторная работа 8</i>	<i>Зачет, незачет</i>
3.7	Нейронные сети	<i>Теоретический опрос п. 26.3.7, лабораторная работа 9</i>	<i>Зачет, незачет</i>
3.8	Обработка естественного языка	<i>лабораторная работа 9</i>	<i>Зачет, незачет</i>
3.9	Проектный интенсив "Искусственные нейронные сети"	<i>Проектная задача, Примеры п.26 проектная задача 3, проектная задача 4.</i>	<i>Зачет, незачет</i>
3.10	Промежуточная аттестация	<i>Решение поставленной задачи используя специализированное ПО. Пример п.27 модуль 3</i>	<i>Зачет, незачет</i>
4	Практика	<i>Защита отчета</i>	<i>Зачет, незачет</i>
5	Итоговая аттестация	<i>Защита проекта, пример п.28</i>	<i>Отлично, хорошо, удовлетворительно, неудовлетворительно</i>

**26. Текущий контроль.** Перечень примерных теоретических вопросов:

**1.1 Введение в машинное обучение. Основные термины, постановки задач и примеры применения**

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Факультет повышения квалификации преподавателей	Дополнительная профессиональная программа	

- 1) Что такое объект?
- 2) Что такое целевая переменная?
- 3) Что такое признак?
- 4) Что такое модель?
- 5) Что такое функционал ошибки
- 6) Что такое обучение?

### **1.2 Типы данных и виды задач машинного обучения. Библиотека pandas. Библиотека scikit-learn.**

- 1) Назовите основные типы данных которые могут использоваться в машинном обучении.
- 2) Объясните отличие категориального признака от количественного. Приведите пример.
- 3) Объясните суть задачи регрессии.
- 4) Объясните суть задачи классификации.
- 5) Какой метод библиотеки Pandas позволяет объединить две таблицы данных?
- 6) Назовите основные методы агрегаций данных.
- 7) На базе каких типов данных можно создать Pandas Series?
- 8) Какой метод библиотеки Scikit-learn позволяет разделить данные на обучающую и тестовую выборку?


### **1.3 Модель линейной регрессии. Подготовка данных для линейных моделей.**

- 1) Запишите формулы для линейной модели регрессии
- 2) Запишите формулы для средней квадратической ошибки.
- 3) Запишите среднеквадратичную ошибку в матричном виде.
- 4) Что такое коэффициент детерминации?
- 5) Чем отличаются функционалы MSE и MAE?
- 6) Как устроены робастные функции потерь (Huber loss, log-cosh)?

### **1.4 Переобучение. Отложенная выборка и кросс-валидация. Градиентный спуск**

- 1) Что такое переобучение?
- 2) Что такое кросс-валидация?
- 3) На что влияет количество блоков в кросс-валидации?
- 4) Как построить итоговую модель после того, как по кросс-валидации подобраны оптимальные гиперпараметры?
- 5) Чем гиперпараметры отличаются от параметров?
- 6) Что является параметрами и гиперпараметрами в линейных моделях и в решающих деревьях?
- 7) Что такое градиент? Какое его свойство используется при



Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Факультет повышения квалификации преподавателей	Дополнительная профессиональная программа	

- минимизации функций?
- 8) Как устроен градиентный спуск?
  - 9) Почему в стохастическом градиентном спуске важно менять длину шага по мере итераций?

### **1.5 Метрики качества классификации. Доля верных ответов.**

#### **Линейные модели классификации.**

- 1) Что такое точность?
- 2) Что такое полнота?
- 3) Что такое F-мера?
- 4) Почему F-мера лучше арифметического среднего и минимума?
- 5) Для чего нужен порог в линейном классификаторе?
- 6) Что такое AUC-ROC? Опишите алгоритм построения ROC-кривой.
- 7) Что означает “модель оценивает вероятность положительного класса”?

### **1.6 Решающие деревья. Жадный алгоритм обучения дерева.**


- 1) Опишите жадный алгоритм обучения решающего дерева.
- 2) Почему с помощью бинарного решающего дерева можно достичь нулевой ошибки на обучающей выборке без повторяющихся объектов?
- 3) Как вывести критерий Джини и энтропийный критерий?
- 4) Как в общем случае выглядит критерий хаотичности? Как он используется для выбора предиката во внутренней вершине решающего дерева?

### **1.7 Бэггинг и случайные леса.**

- 1) Что такое бэггинг? Как его смещение и разброс связаны со смещением и разбросом базовых моделей?
- 2) Что такое случайный лес? Чем он отличается от бэггинга над решающими деревьями?
- 3) Что такое out-of-bag оценка в бэггинге?
- 4) Для какой ошибки строится разложение на шум, смещение и разброс? Запишите формулу этой ошибки.
- 5) Запишите формулы для шума, смещения и разброса метода обучения для случая квадратичной функции потерь.

### **1.8 Анализ временных рядов. Градиентный бустинг**

- 1) Что такое временной ряд?
- 2) Приведите ряд классических методов прогнозирования временных рядов?
- 3) Каким образом можно проводить кросс-валидацию на временном ряду.
- 4) Что такое стационарный процесс?
- 5) Кратко опишите суть модели SARIMA

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Факультет повышения квалификации преподавателей	Дополнительная профессиональная программа	

- 6) Запишите вид композиции, которая обучается в градиентном бустинге. Как выбирают количество базовых алгоритмов в ней?
- 7) Что такое сдвиги в градиентном бустинге? Как они вычисляются и для чего используются?

### **1.9 Обучение без учителя. Метод k-ближайших соседей**

- 1) Опишите суть задачи кластеризации
- 2) Метрики качества в задачах кластеризации.
- 3) Метод k-means
- 4) Выведите шаги метода k-means.

### **3.1 Подходы и направления исследований в ИИ.**


- 1) Какие задачи решает компьютерная лингвистика?
- 2) Какие виды анализа выполняют системы при машинном переводе?
- 3) Какие поколения роботов существуют?
- 4) Охарактеризуйте японский проект компьютер 5-го поколения?
- 5) На какие направления исследований делится искусственная жизнь?
- 6) Приведите примеры компьютерных игр с элементами ИИ и какие методы ИИ в них использовались?
- 7) Чем отличается слабый ИИ от сильного?

### **3.2 Понятие машинного обучения. Понятие интеллектуального анализа данных (Data Mining)**

- 1) Какие задачи DM выделяют?
- 2) Что такое DM?
- 3) Какие существуют модели DM?
- 4) Классификация методов DM?
- 5) Этапы DM?
- 6) В чем заключается метод одного правила?
- 7) В чем заключается наивный байесовский метод?
- 8) В чем заключается метод «разделяй и властвуй»?

### **3.3 Представление знаний и экспертные системы**

- 1) Достоинства и недостатки детерминированных моделей представления знаний?
- 2) Каковы возможности использования нейронных сетей для построения экспертных систем?
- 3) Как можно применять нечёткие модели при построении баз знаний?
- 4) Что из себя представляют гибридные базы знаний?
- 5) Где применяется Rete-алгоритм?
- 6) Из каких элементов строится сеть в Rete-алгоритм?
- 7) Основные положения метода Марковские цепи.

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Факультет повышения квалификации преподавателей	Дополнительная профессиональная программа	

8) Описание нормального марковского алгоритма.

### **3.4 Онтологический инжиниринг.**

- 1) Для чего предназначена онтология?
- 2) Как соотносятся протоколы Semantic Web с семиуровневой моделью OSI?
- 3) Чем отличается Data Properties от Object Properties?
- 4) Какие запросы можно выполнить к онтологии?
- 5) Что из себя представляет триплет RDF?
- 6) Как объединяются онтология и правила?
- 7) Что такое слияние и выравнивание онтологий?

### **3.5 Нечеткие системы.**

- 1) Как задается нечеткое множество?
- 2) Какие значения может принимать функция принадлежности?
- 3) Приведите пример нечеткой переменной.
- 4) Приведите пример лингвистической переменной?
- 5) Как проверяется полнота нечеткой базы знаний?
- 6) Что такое фаззификация и дефаззификация?
- 7) Какие методы применяются на этапе аккумуляции?


### **3.6 Эволюционное моделирование (генетические алгоритмы).**

- 1) Достоинства и недостатки эволюционных методов?
- 2) Какие существуют операторы ГА?
- 3) Приведите примеры оператора кроссовера?
- 4) Приведите примеры оператора мутации?
- 5) Что из себя представляет островная модель ГА?
- 6) Как выполняется турнирный отбор?
- 7) Что подразумевает принцип элитизма?

### **3.7 Нейронные сети.**

- 1) Какие достоинства и недостатки у НС?
- 2) Как инициализируют синаптические веса НС?
- 3) Какие задачи можно решать с помощью НС?
- 4) Что из себя представляет пакетная нормализация?
- 5) Как выполняется операция свёртка в сверточной НС?
- 6) Как используется градиент в обучении НС?
- 7) Какие нейронные сети относятся к глубинным?

**Текущий контроль.** Примерный перечень примерных тем лабораторных работ:

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Факультет повышения квалификации преподавателей	Дополнительная профессиональная программа	

**1. Лабораторная работа 1.** Работа с данными, визуализация, разведочный анализ.

**2. Лабораторная работа 2.** Линейная регрессия и предсказание длительности поездки.

**3. Лабораторная работа 3.** Решающие деревья для задачи классификации.

**4. Лабораторная работа 4.** Машинное обучение на временных рядах для задачи предсказания числа новых случаев Covid-19.

**5. Лабораторная работа 5.** Организация работы над проектом в команде с использованием цифровых инструментов.

**6. Лабораторная работа 6.** Управление проектами и контейнеризация

**7. Лабораторная работа 7.** Построение нечетких систем с библиотекой SkFuzzy (Python)

**8. Лабораторная работа 8.** Использование генетических алгоритмов с библиотекой DEAP (Python)

**9. Лабораторная работа 9.** Нейронные сети с использованием библиотеки PyTorch.

**Текущий контроль.** Примерный краткий перечень проектных задач.

**Проектная задача 1.** Вам представлен датасет заболеваемости covid-19, применяя различные модели машинного обучения попробуйте спрогнозировать новые вспышки заболевания, проведите разведочный анализ данных, настройте гиперпараметры модели, предложите оптимальную метрику качества.

**Проектная задача 2.** Набор данных состоит из оценок, полученных учащимися по различным предметам. Исследуйте данный набор данных, попробуйте найти какие-то ключевые признаки, влияющие на итоговую оценку. Некоторые вопросы, которые можно попробовать решить:


Насколько эффективен курс подготовки к экзаменам?

Какие основные факторы влияют на результаты тестирования?

Каким образом улучшить результаты учащихся по каждому тесту?

Какие закономерности и взаимодействия в данных вы можете найти?

**Проектная задача 3.**

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Факультет повышения квалификации преподавателей	Дополнительная профессиональная программа	

Разработка алгоритма машинного обучения для автоматической классификации текстов на разные тематики. Вам необходимо найти готовый датасет или сформировать собственный в котором будут содержаться различные тексты с метками классов к которым они относятся. Попробуйте придумать архитектуру собственной нейронной сети, которая сможет эффективно разделять текст по классам. Попробуйте дообучить одну из готовых моделей.

#### **Проектная задача 4.**

Разработка алгоритма машинного обучения для автоматической классификации изображений на разные тематики. Вам необходимо найти готовый датасет или сформировать собственный в котором будут содержаться различные изображения с метками классов к которым они относятся. Попробуйте придумать архитектуру собственной сверточной нейронной сети, которая сможет эффективно классифицировать изображения. Попробуйте дообучить одну из готовых моделей.

### **27. Промежуточная аттестация. Перечень примерных заданий для выполнения на компьютере.**

#### **Модуль 1.**

**Задача 1.** В переменной `df` сохранен датафрэйм с произвольным числом колонок и строк. Отберите колонки, в которых есть '-' в датафрэйме `df`. Сохраните их в переменную `selected_columns`

**Задача 2.** Вам дан датасет с информацией о водорослях. Найдите среднюю концентрацию каждого из веществ в каждом из родов (колонка `genus`)! Для этого проведите группировку датафрэйма, сохранённого в переменной `concentrations`, и примените метод, сохранив результат в переменной `mean_concentrations`.


**Задача 3.** В `dataframe` с именем `my_stat` сохранены данные с 4 колонками: `session_value`, `group`, `time`, `n_users`. В переменной `session_value` замените все пропущенные значения на нули. В переменной `n_users` замените все отрицательные значения на медианное значение переменной `n_users` (без учета отрицательных значений, разумеется).

**Задача 4.** Создайте `Decision Tree` классификатор, используя одноимённый класс из библиотеки `sklearn` и сохраните его в переменную `dt`. У дерева должны быть следующие параметры: максимальная глубина - 5 уровней, минимальное число образцов в вершине для разделения - 5

**Задача 5.** Осуществите перебор всех деревьев на данных ириса по следующим параметрам и сохраните в переменную `best_tree` лучшее дерево:

- максимальная глубина - от 1 до 10 уровней
- минимальное число проб для разделения - от 2 до 10
- минимальное число проб в листе - от 1 до 10

**Задача 6.** Даны 2 датасета, к которым вы можете обращаться:

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Факультет повышения квалификации преподавателей	Дополнительная профессиональная программа	

- train - размеченный с известными правильными ответами (хранятся в колонке y)

- test - набор, где нужно предсказать их

Найдите дерево с наиболее подходящими параметрами с помощью GridSearchCV и предскажите с его помощью ответы ко 2-ому сэту! Границы параметров как раньше:

- максимальная глубина - от 1 до 10 уровней
- минимальное число проб для разделения - от 2 до 10
- минимальное число проб в листе - от 1 до 10

Названия переменных тоже: лучшее дерево - best\_tree, GridSearchCV - search, а предсказания - predictions

**Задача 7.** Создайте модель RandomForestClassifier с 15 деревьями и максимальной глубиной равной 5 уровням, поместите её в переменную rf. Обучите модель на данных x\_train и y\_train, предскажите класс для наблюдений в x\_test и поместите его в переменную predictions

### Модуль 2.

**Задача 1.** Напишите скрипт на Python для сбора данных с веб-страницы.

**Задача 2.** Для проекта, определённого в первом проектном интенсиве после модуля 1, разработайте план проекта с определением целей, задач и ресурсов. Используйте Jira для отслеживания прогресса проекта и управления задачами.

**Задача 3.** Создайте репозиторий Git для проекта и настройка прав доступа. Настройте автоматический деплоя при обновлении кода в репозитории.

**Задача 4.** Создайте Docker-образ для приложения и базы данных. Настройте Docker Compose для запуска приложения и базы данных в контейнерах. Используйте Docker Swarm для управления кластером контейнеров.


### Модуль 3.

**Задача 1.** Описать 3 эпохи функционирования генетического алгоритма. Начальную популяцию (10 особей) сгенерировать случайно. Использовать в качестве фитнес-функции функцию: min (S бит особи).

Использовать функции: мутация, инверсия и одноточечный кроссовер.

**Задача 2.** Просчитать одну итерацию цикла обучения нейронной сети, изображенной на рисунке, по алгоритму обратного распространения ошибки. Функция активации: SoftPlus и ReLU (rectified linear units)

**Задача 3.** Просчитать одну итерацию цикла обучения по  $\Delta$ -правилу однослойной бинарной однородной нейронной сети, состоящей из 3 нейронов и имеющей линейную функцию активации ( $k=0,9$ ). В качестве обучающей выборки использовать таблицу истинности для  $X_3 \rightarrow X_1 \& X_2$ ,  $X_2 \& X_3$ ,  $X_2 \rightarrow X_3$  (не использовать первую строку таблицы). Синаптические

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Факультет повышения квалификации преподавателей	Дополнительная профессиональная программа	

веса задать случайным образом.

**Задача 4.** Построить нечеткую базу знаний (использовать не менее 3 лингвистических переменных) для задачи управления транспортным средством (регулировка скорости с учетом передачи, погодных условий, интенсивности потока и т.д.), проверить ее на полноту и произвести нечеткий вывод для конкретных значений (выбрать случайным образом).

## 28. Итоговая аттестация.

Итоговая аттестация проводится в форме защиты проектных работ во время итогового хакатона, во время которой слушателям необходимо продемонстрировать навыки командной работы, умения обрабатывать и использовать данные при построении моделей машинного обучения или искусственного интеллекта, а также возможности использования современных инструментов разработчика. Проектные задачи формируются IT-компаниями партнерами университета (ООО "ЗЕБРЕЙНС", ООО "АСАПЛАБ").


Пример проектной задачи:

Реализуйте алгоритм рекомендательной системы музыкальных треков. Вам дан датасет в котором указаны предпочтения музыкальных треков для пользователей, представлены названия трека и их авторы. Идея 1: чтобы выбрать треки, которые понравятся пользователю, можно набрать несколько похожих на него пользователей (соседей) и посмотреть, какие треки они слушают. После этого остается агрегировать треки этих пользователей и выбрать самые популярные. Идея 2: Реализовать более современный алгоритм модели со скрытыми переменными и разложением векторов пользователя и объектов (ALS метод).

## ХII. Материально-техническое и учебно-методическое обеспечение Программы

Аудитории для проведения лекций (лекционные аудитории 1 корпуса УлГУ), для выполнения лабораторных работ и практикумов (дисплейные классы 3 корпуса УлГУ), для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации (лекционные аудитории 3 корпуса УлГУ).

Аудитории укомплектованы специализированной мебелью, учебной доской. Аудитории для проведения лекций оборудованы мультимедийным оборудованием для предоставления информации большой аудитории.

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Факультет повышения квалификации преподавателей	Дополнительная профессиональная программа	

Помещения для самостоятельной работы оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде, электронно-библиотечной системе. Перечень оборудования, используемого в учебном процессе, указывается в соответствии со сведениями о материально-техническом обеспечении и оснащённости образовательного процесса, размещёнными на официальном сайте УлГУ в разделе «Сведения об образовательной организации».

Программное обеспечение:

1. Редактор онтологий Protégé (плагины SWRLTab, Pellet).
2. Anaconda, PyCharm (дистрибутив языков программирования Python), библиотеки (open source).

### **XIII. Список литературы**

#### а) Список рекомендуемой литературы

Основная:


1) Тюгашев, А. А. Компьютерные средства искусственного интеллекта : учебное пособие / А. А. Тюгашев. — Самара : Самарский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2020. — 270 с. — ISBN 978-5-7964-2293-9. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://datalib.ru/catalog/books/105021> (дата обращения: 08.02.2022). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

2) Смагин, А. А. Интеллектуальные информационные системы : учеб. пособие для вузов / А. А. Смагин, С. В. Липатова, А. С. Мельниченко ; УлГУ, Фак. математики и информ. технологий, Каф. телекоммуникац. технологий и сетей. - Ульяновск : УлГУ, 2010.- URL: <ftp://10.2.96.134/Text/smagin2.pdf>

3) Станкевич, Л. А. Интеллектуальные системы и технологии : учебник и практикум для бакалавриата и магистратуры / Л. А. Станкевич. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 397 с. — (Бакалавр и магистр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-02126-4. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://www.biblio-online.ru/bcode/433370>

Дополнительная:



Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Факультет повышения квалификации преподавателей	Дополнительная профессиональная программа	

4) Каку М., Будущее разума [Электронный ресурс] / Каку М. - М. : Альпина Паблишер, 2016. - 502 с. - ISBN 978-5-91671-369-5 - Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785916713695.html>

5) Седова, Н. А. Теория нечетких множеств : учебное пособие / Н. А. Седова, В. А. Седов. — Саратов : Ай Пи Ар Медиа, 2019. — 421 с. — ISBN 978-5-4497-0196-1. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/86526.html>


6) Павлова, А. И. Информационные технологии: основные положения теории искусственных нейронных сетей : учебное пособие / А. И. Павлова. — Новосибирск : Новосибирский государственный университет экономики и управления «НИНХ», 2017. — 191 с. — ISBN 978-5-7014-0801-0. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/87110.html>

7) Исаев, С. В. Интеллектуальные системы : учебное пособие / С. В. Исаев, О. С. Исаева. — Красноярск : Сибирский федеральный университет, 2017. — 120 с. — ISBN 978-5-7638-3781-0. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/84365.html>

8) Сырецкий, Г. А. Искусственный интеллект и основы теории интеллектуального управления. Ч.2. Нейросетевые системы. Генетический алгоритм : лабораторный практикум в 3 частях / Г. А. Сырецкий. — Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2016. — 92 с. — ISBN 978-5-7782-3208-2 (ч.2), 978-5-7782-3021-7. — Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://datalib.ru/catalog/books/91213> (дата обращения: 07.02.2022). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

Учебно-методическая:

9) Методические рекомендации для семинарских (практических) занятий, лабораторного практикума и самостоятельной работы по дисциплинам «Интеллектуальные информационные системы» и «Системы искусственного интеллекта» для студентов направлений 09.03.02 «Информационные системы и технологии», 11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы», 09.03.03 « Прикладная информатика», 02.03.03 «Математическое обеспечение и администрирование информационных систем» / С. В. Липатова; УлГУ, Фак. математики, информ. и авиац. технологий. - Ульяновск: УлГУ, 2019. - Загл. с экрана;

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Факультет повышения квалификации преподавателей	Дополнительная профессиональная программа	

Неопубликованный ресурс. - Электрон. текстовые дан. (1 файл: 2,33 МБ). -  
Текст: электронный. <http://lib.ulsu.ru/MegaPro/Download/MObject/6218>