

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Клочков Юрий Сергеевич  
Должность: и.о. ректора  
Дата подписания: 05.04.2024 11:56:30  
Уникальный программный ключ:  
4e7c4ea90328ec8e65c5d8058549a2538d7400d1

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования

**«НОМЕНСКИЙ ИНДУСТРИАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**УТВЕРЖДАЮ**

Заместитель директора ИСОУ  
по учебно-методической работе

\_\_\_\_\_ Т.А. Харитонова

«18» мая 2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

дисциплины:

**Машинное обучение (продвинутый уровень)**

направление подготовки:

01.03.02 Прикладная математика и информатика

направленность (профиль):

Прикладное программирование и компьютерные  
технологии

форма обучения:

очная

Рабочая программа рассмотрена  
на заседании кафедры бизнес-информатики и математики

Протокол № \_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 2023г.

## 1. Цели и задачи освоения дисциплины

Цель изучения дисциплины: знакомство обучающихся с продвинутыми методами машинного обучения и их использования для решения практических задач профессиональной деятельности.

Задачи дисциплины:

- знакомство с AutoML-подходами;
- формирование умений применять байесовские методы машинного обучения;
- формирование навыков работы с библиотеками для работы с временными рядами и разработки рекомендательных систем;
- знакомство с алгоритмами обучения с подкреплением;
- знакомство с методами работы в production;
- развитие навыков самостоятельной научно-практической деятельности.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина относится к дисциплинам элективного модуля «Искусственный интеллект в промышленности» части учебного плана, формируемой участниками образовательных отношений.

Изучение дисциплины базируется на знаниях, полученных при изучении алгебры, математического анализа, теоретической и прикладной информатики и программирования, теории вероятностей и математической статистики.

Необходимыми условиями для освоения дисциплины являются:

знание:

- и понимание базовых принципов и алгоритмов машинного обучения;
- математических основ машинного обучения;

умение:

- применять основные библиотеки машинного обучения Python;
- манипулировать данными средствами Python;
- визуализировать данные;

владение:

- навыками программирования на Python;
- навыками разработки и оценки базовых моделей машинного обучения.

### 3. Результаты обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

Таблица 3.1

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции (ИДК)	Код и наименование результата обучения по дисциплине
ПКС-1 Способность проектировать, разрабатывать, тестировать и документировать ПО	ПКС-1.2 Проектирует, разрабатывает и тестирует программное обеспечение с использованием современных средств и технологий на всех этапах жизненного цикла	Знать (З1) AutoML-подходы и понимать ограничения в их применении
		Уметь (У1) настраивать окружение и писать production код, применять байесовские методы машинного обучения
		Владеть (В1) навыками решения нестандартных задач, связанных с рекомендательными системами, временными рядами и графами

### 4. Объем дисциплины

Общий объем дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 часов.

Таблица 4.1

Форма обучения	Курс/семестр	Аудиторные занятия / контактная работа, час.			Самостоятельная работа, час.	Контроль, час	Форма промежуточной аттестации
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия			
Очная	4/7	14	-	28	66	-	Зачет

### 5. Структура и содержание дисциплины

#### 5.1. Структура дисциплины

#### очная форма обучения (ОФО)

Таблица 5.1

№ п/п	Структура дисциплины		Аудиторные занятия, час.			СРС, час.	Всего, час.	Код ИДК	Оценочные средства
	Номер раздела	Наименование раздела	Л.	Пр.	Лаб.				
1	1	AutoML	2	-	4	10	16	ПКС-1.2	Контрольная работа №1, коллоквиум №1
2	2	Временные ряды	2	-	4	10	16	ПКС-1.2	Коллоквиум №1
3	3	Рекомендательные системы. Задача ранжирования	2	-	4	12	18	ПКС-1.2	Коллоквиум №2

4	4	Машинное обучение на графах	2	-	4	10	16	ПКС-1.2	Коллоквиум №2
5	5	Байесовское обучение	2	-	6	12	20	ПКС-1.2	Коллоквиум №3
6	6	Обучение с подкреплением	4	-	6	12	22	ПКС-1.2	Коллоквиум №3, Контрольная работа №2
Итого:			14	-	28	66	108	X	X

### **Заочная форма обучения (ЗФО)**

Не реализуется

### **Очно-заочная форма обучения (ОЗФО)**

Не реализуется

## **5.2. Содержание дисциплины.**

### **5.2.1. Содержание разделов дисциплины (дидактические единицы)**

**Раздел 1. AutoML.** AutoML-подходы. Преимущества AutoML. Production Code проекта на примере задачи классификации/регрессии, Virtual environments, dependency management, pip/gemfury. Оптимизация кода, parallelization, multiprocessing, ускорение pandas, Modin для Pandas. Advanced Data Preprocessing. Categorical Encodings. Featuretools. H2O и TPOT. Поиск нечетких дублей. Построение end-to-end пайплайнов и сериализация моделей.

**Раздел 2. Временные ряды.** Извлечение признаков. Fourier и Wavelet transformation, Automatic Feature generation - tsfresh. Unsupervised подходы: кластеризация временных рядов, сегментация временных рядов.

**Раздел 3. Рекомендательные системы. Задача ранжирования.** Рекомендательные системы. Области применения рекомендательных систем. Explicit feedback. Implicit feedback. Алгоритмы Learning to rank. Библиотека Surpsise. Основные функциональности и классы Surprise. Оптимизация скорости работы. Плюсы и минусы рекомендательных систем.

**Раздел 4. Машинное обучение на графах.** Введение в графы. NetworkX, Stellar. Анализ графов и интерпретация. Интерактивная визуализация графов. Community Detection. Link Prediction и Node Classification. Хейтеры в Twitter.

**Раздел 5. Байесовское обучение.** Философия байесовского вывода. Метод Монте-Карло по схеме Марковской цепи (MCMC). Библиотека языка Python для байесовского анализа PyMC. Байесовское A/B-тестирование. Алгоритмы для MCMC. Кластеризация без учителя с использованием смеси распределений. Функции потерь. Субъективные и объективные априорные распределения. Меры качества.

**Раздел 6. Обучение с подкреплением.** Введение в обучение с подкреплением. Библиотеки Gym, Tensorflow и PyTorch. Кросс-энтропийный метод (CEM). Марковский процесс принятия решений (MDP). Q-обучение. Простой policy gradient алгоритм (REINFORCE). Обучение с подкреплением для seq2seq. Алгоритм Trust Region Policy Optimization (PRPO). Поиск по дереву Монте-Карло (NCTS).

### 5.2.2. Содержание дисциплины по видам учебных занятий

#### Лекционные занятия

Таблица 5.2.1

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Объем, час.			Тема лекции
		ОФО	ЗФО	ОЗФО	
1	1	2	-	-	AutoML
2	2	2	-	-	Временные ряды
3	3	2	-	-	Рекомендательные системы. Задача ранжирования
4	4	2	-	-	Машинное обучение на графах
5	5	2	-	-	Байесовское обучение
6	6	4	-	-	Обучение с подкреплением
Итого:		14	-	-	X

#### Практические занятия

Практические занятия не предусмотрены учебным планом

#### Лабораторные работы

Таблица 5.2.2

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Объем, час.			Тема лабораторного занятия
		ОФО	ЗФО	ОЗФО	
1	1	4	-	-	AutoML
2	2	4	-	-	Временные ряды
3	3	4	-	-	Рекомендательные системы. Задача ранжирования
4	4	4	-	-	Машинное обучение на графах
5	5	6	-	-	Байесовское обучение
6	6	6	-	-	Обучение с подкреплением
Итого:		28	-	-	X

#### Самостоятельная работа студента

Таблица 5.2.3

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Объем, час.			Тема	Вид СРС
		ОФО	ЗФО	ОЗФО		
1	1	10	-	-	AutoML	Изучение теоретического материала, подготовка к контрольной работе №1 и к коллоквиуму
2	2	10	-	-	Временные ряды	Изучение теоретического материала, подготовка к контрольной работе №2
3	3	12	-	-	Рекомендательные системы. Задача ранжирования	Изучение теоретического материала, подготовка к контрольной работе №3

4	4	10	-	-	Машинное обучение на графах	Изучение теоретического материала, подготовка к контрольной работе №4
5	5	12	-	-	Байесовское обучение	Изучение теоретического материала, подготовка к контрольной работе №5
6	6	12	-	-	Обучение с подкреплением	Изучение теоретического материала, подготовка к контрольной работе №6
Итого:		66	-	-	X	X

5.2.3. Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий:

- ИКТ – технологии (визуализация учебного материала в PowerPoint в диалоговом режиме);
- обучение в сотрудничестве (коллективная, групповая работа);
- индивидуальная работа (лабораторные занятия, СРС);
- технология проблемного обучения.

## 6. Тематика курсовых работ/проектов

Контрольные работы/проекты не предусмотрены учебным планом.

## 7. Контрольные работы

- заочная форма обучения (ЗФО): не реализуется;
- очно-заочная форма обучения (ОЗФО): не реализуется.

## 8. Оценка результатов освоения дисциплины

8.1. Критерии оценивания степени полноты и качества освоения компетенций в соответствии с планируемыми результатами обучения приведены в Приложении 1.

8.2. Рейтинговая система оценивания степени полноты и качества освоения компетенций обучающихся очной формы обучения представлена в таблице 8.1.

Таблица 8.1

№ п/п	Виды мероприятий в рамках текущего контроля	Количество баллов
1 текущая аттестация		
1	Контрольная работа № 1	0 – 15
2	Коллоквиум №1	0 – 15
ИТОГО за первую текущую аттестацию		<b>0 – 30</b>
2 текущая аттестация		
3	Коллоквиум №2	0 – 20

	ИТОГО за вторую текущую аттестацию	<b>0 – 20</b>
3 текущая аттестация		
4	Коллоквиум №3	0 – 20
5	Контрольная работа №2	0 – 30
	ИТОГО за третью текущую аттестацию	<b>0 – 50</b>
	<b>ВСЕГО</b>	<b>0 – 100</b>

## 9. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

9.1. Перечень рекомендуемой литературы представлен в Приложении 2.

9.2. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

- Электронный каталог/Электронная библиотека ТИУ <http://webirbis.tsogu.ru/>;
- Цифровой образовательный ресурс – библиотечная система IPR SMART — <https://www.iprbookshop.ru/>;
- Электронно-библиотечная система «Консультант студента» [www.studentlibrary.ru](http://www.studentlibrary.ru/);
- Электронно-библиотечная система «ЛАНЬ» [https://e.lanbook.com](https://e.lanbook.com/);
- Образовательная платформа ЮРАЙТ [www.urait.ru](http://www.urait.ru/);
- Научная электронная библиотека ELIBRARY.RU [http://www.elibrary.ru](http://www.elibrary.ru/);
- Библиотеки нефтяных вузов России:
  - Электронная нефтегазовая библиотека РГУ нефти и газа им. Губкина <http://elib.gubkin.ru/>;
  - Электронная библиотека Уфимского государственного нефтяного технического университета <http://bibl.rusoil.net/>;
  - Библиотечно-информационный комплекс Ухтинского государственного технического университета УГТУ <http://lib.ugtu.net/books>;
- Электронная справочная система нормативно-технической документации «Технорматив»;
- ЭКБСОН – информационная система доступа к электронным каталогам библиотек сферы образования и науки.

9.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в т.ч. отечественного производства:

- Microsoft Windows;
- Microsoft Office Professional Plus;
- Jupyter Notebook (свободно-распространяемое ПО);



- Visual Studio Code (свободно-распространяемое ПО);
- Google Colaboratory (свободно распространяемое ПО).

## 10. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Помещения для проведения всех видов работы, предусмотренных учебным планом, укомплектованы необходимым оборудованием и техническими средствами обучения.

Таблица 10.1  
Обеспеченность материально-технических условий реализации ОПОП ВО

№ п/п	Наименование учебных предметов, курсов, дисциплин (модулей), практики, иных видов учебной деятельности, предусмотренных учебным планом образовательной программы	Наименование помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом, в том числе помещения для самостоятельной работы, с указанием перечня основного оборудования, учебно – наглядных пособий	Адрес (местоположение) помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом (в случае реализации образовательной программы в сетевой форме дополнительно указывается наименование организации, с которой заключен договор)
1	2	3	4
1.	Машинное обучение (продвинутый уровень)	Лекционные занятия: Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа; групповых и индивидуальных консультаций; текущего контроля и промежуточной аттестации. Оснащенность: Учебная мебель: столы, стулья. Моноблок - 1 шт., проектор - 1 шт., проекционный экран - 1 шт., акустическая система (колонки) - 4 шт., микрофон - 1 шт., документ-камера - 1 шт., телевизор - 2 шт.	625039, г. Тюмень, ул. Мельникайте, д. 70.
		Лабораторные занятия: Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа (лабораторных занятий); групповых и индивидуальных консультаций; текущего контроля и промежуточной аттестации. Оснащенность: Учебная мебель: столы, стулья. Моноблоки, проектор - 1 шт., проекционный экран - 1 шт., акустическая система (колонки) - 4 шт., микрофон - 1 шт., документ-камера - 1 шт., телевизор - 2 шт.	625039, г. Тюмень, ул. Мельникайте, д. 70

## 11. Методические указания по организации СРС

11.1. Методические указания по подготовке к лабораторным занятиям.

Важной формой самостоятельной работы студента является систематическая и планомерная подготовка к лабораторному занятию. После лекции студент должен позна-

комиться с планом лабораторных занятий и списком обязательной и дополнительной литературы, которую необходимо прочитать, изучить и законспектировать. Разъяснение по вопросам новой темы студенты получают у преподавателя в конце предыдущего лабораторного занятия.

Подготовка к лабораторному занятию требует, прежде всего, чтения рекомендуемых источников. Важным этапом в самостоятельной работе студента является повторение материала по конспекту лекции. Одна из главных составляющих внеаудиторной подготовки – работа с книгой. Она предполагает: внимательное прочтение, критическое осмысление содержания, обоснование собственной позиции по дискуссионным моментам, постановки интересных вопросов, которые могут стать предметом обсуждения на практическом занятии.

В начале лабораторного занятия должен присутствовать организационный момент и вступительная часть. Преподаватель произносит краткую вступительную речь, где формулируются основные вопросы и проблемы, способы их решения в процессе работы.

В конце каждой темы подводятся итоги, предлагаются темы докладов, выносятся вопросы для самоподготовки.

Лабораторные занятия являются одной из важнейших форм обучения студентов: они позволяют студентам закрепить, углубить и конкретизировать знания по созданию и эксплуатации баз данных, подготовиться к научно-исследовательской деятельности. В процессе работы на лабораторных занятиях обучающийся должен совершенствовать умения и навыки самостоятельного анализа источников и научной литературы, что необходимо для научно-исследовательской работы.

Усвоенный материал необходимо научиться применять при решении поставленных задач.

Успешному осуществлению внеаудиторной самостоятельной работы способствует проведение коллоквиумов. Они обеспечивают непосредственную связь между студентом и преподавателем (по ним преподаватель судит о трудностях, возникающих у студентов в ходе учебного процесса, о степени усвоения предмета, о помощи, какую надо указать, чтобы устранить пробелы в знаниях); они используются для осуществления контрольных функций.

## 11.2. Методические указания по организации самостоятельной работы.

Самостоятельная работа является одной из важнейших форм изучения любой дисциплины. Она позволяет систематизировать и углубить теоретические знания, закрепить умения и навыки, способствует развитию умений пользоваться научной и учебно-

методической литературой. Познавательная деятельность в процессе самостоятельной работы требует от студента высокого уровня активности и самоорганизованности.

В учебном процессе выделяют два вида самостоятельной работы: аудиторная и внеаудиторная.

Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию.

Внеаудиторная самостоятельная работа студентов представляет собой логическое продолжение аудиторных занятий. Затраты времени на выполнение этой работы регламентируются рабочим учебным планом. Режим работы выбирает сам обучающийся в зависимости от своих способностей и конкретных условий.

Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или группами студентов в зависимости от цели, объема, конкретной тематики самостоятельной работы, уровня сложности, уровня умений студентов.

Самостоятельная работа включает в себя работу с конспектом лекций, изучение и конспектирование рекомендуемой литературы, изучение мультимедиалекций, расположенных в свободном доступе, решение ситуационных (профессиональных) задач, проектирование и моделирование разных видов и компонентов профессиональной деятельности, научно-исследовательскую работу и др.

**Планируемые результаты обучения для формирования компетенции и критерии их оценивания**

Дисциплина: **Машинное обучение (продвинутый уровень)**

Код, направление подготовки: **01.03.02 Прикладная математика и информатика**

Направленность (профиль): **Прикладное программирование и компьютерные технологии**

Код компетенции	Код, наименование ИДК	Код и наименование результата обучения по дисциплине	Критерии оценивания результатов обучения			
			1 – 2	3	4	5
ПКС-1	ПКС-1.2 Проектирует, разрабатывает и тестирует программное обеспечение с использованием современных средств и технологий на всех этапах жизненного цикла	Знать (З1) AutoML-подходы и понимать ограничения в их применении	Не знает AutoML-подходы	Демонстрирует частичные знания AutoML-подходов и не достаточно понимает ограничения в их применении	Демонстрирует достаточные знания AutoML-подходов ограничения в их применении	Демонстрирует исчерпывающие знания AutoML-подходов и ограничений в их применении
		Уметь (У1) настраивать окружение и писать production код, применять байесовские методы машинного обучения	Не умеет настраивать окружение и писать production код, применять байесовские методы машинного обучения	Частично умеет настраивать окружение и писать production код, применять байесовские методы машинного обучения	Умеет на хорошем уровне настраивать окружение и писать production код, применять байесовские методы машинного обучения	В совершенстве может настраивать окружение и писать production код, применять байесовские методы машинного обучения
		Владеть (В1) навыками решения нестандартных задач, связанных с рекомендательными системами, временными рядами и графами	Не владеет навыками решения нестандартных задач, связанных с рекомендательными системами, временными рядами и графами	Недостаточно владеет навыками решения нестандартных задач, связанных с рекомендательными системами, временными рядами и графами	На достаточном уровне владеет навыками решения нестандартных задач, связанных с рекомендательными системами, временными рядами и графами	В совершенстве владеет навыками решения нестандартных задач, связанных с рекомендательными системами, временными рядами и графами

**КАРТА**  
**обеспеченности дисциплины учебной и учебно-методической литературой**

Дисциплина: **Машинное обучение (продвинутый уровень)**

Код, направление подготовки: **01.03.02 Прикладная математика и информатика**

Направленность (профиль): **Прикладное программирование и компьютерные технологии**

№ п/п	Название учебного, учебно-методического издания, автор, издательство, вид издания, год издания	Количество экземпляров в БИК	Контингент обучающихся, использующих указанную литературу	Обеспеченность обучающихся литературой, %	Наличие электронного варианта в ЭБС (+/-)
1	Лонца, А. Алгоритмы обучения с подкреплением на Python : руководство / А. Лонца ; перевод с английского А. А. Слинкина. — Москва : ДМК Пресс, 2020. — 286 с. — ISBN 978-5-97060-855-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/179495">https://e.lanbook.com/book/179495</a>	ЭР*	30	100	+
2	Монарх, Р. Машинное обучение с участием человека / Р. Монарх. - Москва : ДМК Пресс, 2022. - 498 с. - ЭБС "Лань". - ISBN 978-5-97060-934-7 : ~Б. ц. - Текст : непосредственный.	ЭР*	30	100	+
3	Мэрфи, К. П. Вероятностное машинное обучение. Введение / К. П. Мэрфи ; перевод с английского А. А. Слинкина. — Москва : ДМК Пресс, 2022. — 940 с. — ISBN 978-5-93700-119-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/314891">https://e.lanbook.com/book/314891</a>	ЭР*	30	100	+
4	Хуттер, Ф. Введение в автоматизированное машинное обучение (AutoML) / Ф. Хуттер, Л. Коттхофф, Х. Ваншорен. - Москва : ДМК Пресс, 2023. - 256 с. - ЭБС "Лань". - ISBN 978-5-93700-196-2 : ~Б. ц. - Текст : непосредственный.	ЭР*	30	100	+

ЭР – электронный ресурс для автор. пользователей доступен через Электронный каталог/Электронную библиотеку ТИУ <http://webirbis.tsogu.ru/>