

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
СТАВРОПОЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

УТВЕРЖДАЮ

Директор/Декан
факультета цифровых технологий
Аникуев Сергей Викторович

«___» ____ 20__ г.

Рабочая программа дисциплины

Б1.В.09 Машинное обучение

09.03.02 Информационные системы и технологии

Системы искусственного интеллекта

бакалавр

очная

1. Цель дисциплины

Дать устойчивые навыки полного ML-цикла: постановка задачи → сбор/подготовка данных → моделирование (классика и DL) → валидация → развертывание → мониторинг/качество → соответствие нормам РФ (152-ФЗ, кодекс этики ИИ).

Базироваться на широко используемом open-source стеке и практиках MLOps (scikit-learn, CatBoost/LightGBM/XGBoost, PyTorch, MLflow, DVC, Great Expectations, Evidently, FastAPI/Gradio, ONNX Runtime/OpenVINO).

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

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций ОП ВО и овладение следующими результатами обучения по дисциплине:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ПК-2 Способен разрабатывать и внедрять интеллектуальные системы	ПК-2.1 Способен разрабатывать и внедрять модели машинного обучения для решения практических задач	знает умеет владеет навыками
ПК-2 Способен разрабатывать и внедрять интеллектуальные системы	ПК-2.4 Способен работать с инструментами и библиотеками для анализа данных машинного обучения	знает умеет владеет навыками

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Машинное обучение» является дисциплиной части, формируемой участниками образовательных отношений программы.

Изучение дисциплины осуществляется в 5семестре(-ах).

Для освоения дисциплины «Машинное обучение» студенты используют знания, умения и навыки, сформированные в процессе изучения дисциплин:

Освоение дисциплины «Машинное обучение» является необходимой основой для последующего изучения следующих дисциплин:

Преддипломная практика

Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена

Выполнение и защита выпускной квалификационной работы

Нейронные сети

Методы искусственного интеллекта

Методы обработки больших данных

Разработка систем искусственного интеллекта

Системы поддержки принятия решений

Экспертные системы

4. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу с обучающимся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины «Машинное обучение» в соответствии с рабочим учебным планом и ее распределение по видам работ представлены ниже.

Семестр	Трудоемкость час/з.е.	Контактная работа с преподавателем, час			Самостоятельная работа, час	Контроль, час	Форма промежуточной аттестации (форма контроля)
		лекции	практические занятия	лабораторные занятия			
5	144/4	18	36		54	36	Эк
в т.ч. часов:							
в интерактивной форме		4	8				
практической подготовки		18	36		54		

Семестр	Трудоемкость час/з.е.	Внеаудиторная контактная работа с преподавателем, час/чел					
		Курсовая работа	Курсовой проект	Зачет	Дифференцированный зачет	Консультации перед экзаменом	Экзамен
5	144/4						0.25

5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

№	Наименование раздела/темы	Семестр	Количество часов				Формы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Оценочное средство проверки результатов достижения индикаторов компетенций	Код индикаторов достижения компетенций			
			Всего	Лекции	Семинарские занятия							
					Практические	Лабораторные						
1.	1 раздел. Основная часть											
1.1.	Введение: задачи и метрики ML, репликативность и стек инструментов	5	54	18	36		54					
	Промежуточная аттестация						Эк					
	Итого		144	18	36		54					
	Итого		144	18	36		54					

5.1. Лекционный курс с указанием видов интерактивной формы проведения занятий

Тема лекции (и/или наименование раздела) (вид интерактивной формы проведения занятий)/ (практическая подготовка)	Содержание темы (и/или раздела)	Всего, часов / часов интерактивных занятий/ практическая подготовка
Введение: задачи и метрики ML, репликативность и	Введение: задачи и метрики ML, репликативность и стек инструментов	2/-

стек инструментов		
Введение: задачи и метрики ML, репликативность и стек инструментов	Классические модели и ансамбли	2/2
Введение: задачи и метрики ML, репликативность и стек инструментов	Фичеринжиниринг, препроцессинг и пайплайны	2/2
Введение: задачи и метрики ML, репликативность и стек инструментов	Временные ряды и прогнозирование	2/-
Введение: задачи и метрики ML, репликативность и стек инструментов	PyTorch: основы DL	2/2
Введение: задачи и метрики ML, репликативность и стек инструментов	NLP и современные трансформеры	2/-
Введение: задачи и метрики ML, репликативность и стек инструментов	Компьютерное зрение и перенос обучения	2/2
Введение: задачи и метрики ML, репликативность и стек инструментов	MLOps-практики	2/2
Введение: задачи и метрики ML, репликативность и стек инструментов	Продакшен ML	2/2
Итого		18

5.2.1. Семинарские (практические) занятия с указанием видов проведения занятий в интерактивной форме

Наименование раздела дисциплины	Формы проведения и темы занятий (вид интерактивной формы проведения занятий)/(практическая подготовка)	Всего, часов / часов интерактивных занятий/ практическая подготовка	
		вид	часы
Введение: задачи и метрики ML, репликативность и стек инструментов	Подготовка среды: Anaconda/Miniconda, VS Code, Git, Jupyter; принципы воспроизводимости	Пр	2/-/-
Введение: задачи и метрики ML, репликативность и стек инструментов	EDA и выбор целевых метрик на задаче оттока (Telco Churn)	Пр	2/-/-
Введение: задачи и метрики ML, репликативность и стек инструментов	Линейные модели (Ridge/Lasso/LogReg): базовый бенчмарк	Пр	2/-/-
Введение: задачи и метрики ML, репликативность и стек инструментов	Ансамбли и бустинги: XGBoost / LightGBM / CatBoost — сравнение	Пр	2/-/-
Введение: задачи и метрики ML, репликативность и стек инструментов	Сквозные пайплайны в scikit-learn: ColumnTransformer + Grid/Random Search	Пр	2/-/-

стек инструментов			
Введение: задачи и метрики ML, репликативность и стек инструментов	Несбалансированные данные: class_weight, ресэмплинг, оценка по PR-AUC	Пр	2/-/-
Введение: задачи и метрики ML, репликативность и стек инструментов	Временные ряды: TimeSeriesSplit и базовые модели прогнозирования	Пр	2/-/-
Введение: задачи и метрики ML, репликативность и стек инструментов	Прогнозирование с Prophet: кросс-валидация по времени и диагностика остатков	Пр	2/-/-
Введение: задачи и метрики ML, репликативность и стек инструментов	Введение в PyTorch: Dataset/DataLoader, обучение MLP, чекпоинты	Пр	2/-/-
Введение: задачи и метрики ML, репликативность и стек инструментов	Transfer Learning в CV: дообучение предобученной CNN и анализ ошибок	Пр	2/-/-
Введение: задачи и метрики ML, репликативность и стек инструментов	NLP с трансформерами: дообучение DistilBERT; ускорение 8/4-бит	Пр	2/-/-
Введение: задачи и метрики ML, репликативность и стек инструментов	Векторный поиск: индекс FAISS и поиск похожих текстов/объектов	Пр	2/-/-
Введение: задачи и метрики ML, репликативность и стек инструментов	Контроль качества данных: Great Expectations — дизайн Expectation Suite	Пр	2/-/-
Введение: задачи и метрики ML, репликативность и стек инструментов	Мониторинг дрейфа: отчёты Evidently по данным и метрикам	Пр	2/-/-
Введение: задачи и метрики ML, репликативность и стек инструментов	Трекинг экспериментов: MLflow — метрики, артефакты, Model Registry	Пр	2/-/-
Введение: задачи и метрики ML, репликативность и стек инструментов	Версионирование данных/пайплайнов: DVC — стадии, граф, удалённое хранилище	Пр	2/-/-
Введение: задачи и метрики ML, репликативность и стек инструментов	Развёртывание ML-сервиса: FastAPI API + Gradio UI + Docker	Пр	2/-/-
Введение: задачи и метрики ML, репликативность и стек инструментов	Оптимизация и перенос модели: ONNX Runtime / OpenVINO; мини-нагрузочное тестирование и комплаенс	Пр	2/-/-

Итого		
-------	--	--

5.3. Курсовой проект (работа) учебным планом не предусмотрен

5.4. Самостоятельная работа обучающегося

Темы и/или виды самостоятельной работы	Часы
	54

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

Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы обучающегося по дисциплине «Машинное обучение» размещено в электронной информационно-образовательной среде Университета и доступно для обучающегося через его личный кабинет на сайте Университета. Учебно-методическое обеспечение включает:

1. Рабочую программу дисциплины «Машинное обучение».

2. Методические рекомендации для организации самостоятельной работы обучающегося по дисциплине «Машинное обучение».

3. Методические рекомендации по выполнению письменных работ () (при наличии).

4. Методические рекомендации по выполнению контрольной работы студентами заочной формы обучения (при наличии)

5. Методические указания по выполнению курсовой работы (проекта) (при наличии).

Для успешного освоения дисциплины, необходимо самостоятельно детально изучить представленные темы по рекомендуемым источникам информации:

№ п/п	Темы для самостоятельного изучения	Рекомендуемые источники информации (№ источника)		
		основная (из п.8 РПД)	дополнительная (из п.8 РПД)	метод. лит. (из п.8 РПД)
1	Введение: задачи и метрики ML, репликативность и стек инструментов.			

7. Фонд оценочных средств (оценочных материалов) для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине «Машинное обучение»

7.1. Перечень индикаторов компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Индикатор компетенции (код и содержание)	Дисциплины/элементы программы (практики, ГИА), участвующие в формировании индикатора компетенции	1		2		3		4	
		1	2	3	4	5	6	7	8
ПК-2.1: Способен разрабатывать и внедрять модели машинного обучения для решения практических задач	Дисциплины (модули) по выбору 3 (ДВ.3)					x			
	Преддипломная практика								x
	Разработка систем искусственного интеллекта								x
	Системы поддержки принятия решений					x			
	Экспертные системы					x			
ПК-2.4: Способен работать с инструментами и библиотеками для анализа данных и машинного обучения	Дисциплины (модули) по выбору 3 (ДВ.3)					x			
	Методы искусственного интеллекта					x	x		
	Методы обработки больших данных						x		
	Нейронные сети					x			
	Преддипломная практика							x	
	Разработка систем искусственного интеллекта								x
	Системы поддержки принятия решений					x			
	Экспертные системы					x			

7.2. Критерии и шкалы оценивания уровня освоения индикатора компетенций, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Оценка знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций по дисциплине «Машинное обучение» проводится в форме текущего контроля и промежуточной аттестации.

Текущий контроль проводится в течение семестра с целью определения уровня усвоения обучающимися знаний, формирования умений и навыков, своевременного выявления преподавателем недостатков в подготовке обучающихся и принятия необходимых мер по её корректировке, а также для совершенствования методики обучения, организации учебной работы и оказания индивидуальной помощи обучающемуся.

Промежуточная аттестация по дисциплине «Машинное обучение» проводится в виде Экзамена.

За знания, умения и навыки, приобретенные студентами в период их обучения, выставляются оценки «ЗАЧТЕНО», «НЕ ЗАЧТЕНО». (или «ОТЛИЧНО», «ХОРОШО», «УДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО», «НЕУДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО» для дифференцированного зачета/экзамена)

Для оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности в университете применяется балльно-рейтинговая система оценки качества освоения образовательной программы. Оценка проводится при проведении текущего контроля успеваемости и промежуточных аттестаций обучающихся. Рейтинговая оценка знаний является интегрированным показателем качества теоретических и практических знаний и навыков студентов по дисциплине.

Состав балльно-рейтинговой оценки студентов очной формы обучения

Для студентов очной формы обучения знания по осваиваемым компетенциям формируются на лекционных и практических занятиях, а также в процессе самостоятельной подготовки.

В соответствии с балльно-рейтинговой системой оценки, принятой в Университете студентам начисляются баллы по следующим видам работ:

№ контрольной точки	Оценочное средство результатов индикаторов достижения компетенций	Максимальное количество баллов
---------------------	---	--------------------------------

Критерии и шкалы оценивания результатов обучения на промежуточной аттестации

При проведении итоговой аттестации «зачет» («дифференцированный зачет», «экзамен») преподавателю с согласия студента разрешается выставлять оценки («отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «зачет») по результатам набранных баллов в ходе текущего контроля успеваемости в семестре по выше приведенной шкале.

В случае отказа – студент сдает зачет (дифференцированный зачет, экзамен) по приведенным выше вопросам и заданиям. Итоговая успеваемость (зачет, дифференцированный зачет, экзамен) не может оцениваться ниже суммы баллов, которую студент набрал по итогам текущей и промежуточной успеваемости.

При сдаче (зачета, дифференцированного зачета, экзамена) к заработанным в течение семестра студентом баллам прибавляются баллы, полученные на (зачете, дифференциированном зачете, экзамене) и сумма баллов переводится в оценку.

Критерии и шкалы оценивания ответа на экзамене

Сдача экзамена может добавить к текущей балльно-рейтинговой оценке студентов не более 20 баллов:

Содержание билета	Количество баллов
Теоретический вопрос №1	до 7
Теоретический вопрос №2	до 7
Задача (оценка умений и	до 6
Итого	20

Критерии оценки ответа на экзамене

Теоретические вопросы (вопрос 1, вопрос 2)

7 баллов выставляется студенту, полностью освоившему материал дисциплины или курса в соответствии с учебной программой, включая вопросы рассматриваемые в рекомендованной

программой дополнительной справочно-нормативной и научно-технической литературы, свободно владеющему основными понятиями дисциплины. Требуется полное понимание и четкость изложения ответов по экзаменационному заданию (билету) и дополнительным вопросам, заданных экзаменатором. Дополнительные вопросы, как правило, должны относиться к материалу дисциплины или курса, не отраженному в основном экзаменационном задании (билете) и выявляют полноту знаний студента по дисциплине.

5 балла заслуживает студент, ответивший полностью и без ошибок на вопросы экзаменационного задания и показавший знания основных понятий дисциплины в соответствии с обязательной программой курса и рекомендованной основной литературой.

3 балла дан недостаточно полный и недостаточно развернутый ответ. Логика и последовательность изложения имеют нарушения. Допущены ошибки в раскрытии понятий, употреблении терминов. Студент не способен самостоятельно выделить существенные и несущественные признаки и причинно-следственные связи. Студент может конкретизировать обобщенные знания, доказав на примерах их основные положения только с помощью преподавателя. Речевое оформление требует поправок, коррекции.

2 балла дан неполный ответ, представляющий собой разрозненные знания по теме вопроса с существенными ошибками в определениях. Присутствуют фрагментарность, нелогичность изложения. Студент не осознает связь данного понятия, теории, явления с другими объектами дисциплины. Отсутствуют выводы, конкретизация и доказательность изложения. Речь неграмотная. Дополнительные и уточняющие вопросы преподавателя не приводят к коррекции ответа студента не только на поставленный вопрос, но и на другие вопросы дисциплины.

1 балл дан неполный ответ, представляющий собой разрозненные знания по теме вопроса с существенными ошибками в определениях. Присутствуют фрагментарность, нелогичность изложения. Студент не осознает связь данного понятия, теории, явления с другими объектами дисциплины. Отсутствуют выводы, конкретизация и доказательность изложения. Речь неграмотная. Дополнительные и уточняющие вопросы преподавателя не приводят к коррекции ответа студента не только на поставленный вопрос, но и на другие вопросы дисциплины.

0 баллов - при полном отсутствии ответа, имеющего отношение к вопросу.

Оценивание задачи

6 баллов Задачи решены в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности.

5 баллов

4 балла Задачи решены с небольшими недочетами.

3 балла

2 балла Задачи решены не полностью, но объем выполненной части таков, что позволяет получить правильные результаты и выводы.

1 баллов Задачи решены частично, с большим количеством вычислительных ошибок, объем выполненной части работы не позволяет сделать правильных выводов.

0 баллов Задачи не решены или работа выполнена не полностью, и объем выполненной части работы не позволяет сделать правильных выводов.

Перевод рейтинговых баллов в пятибалльную систему оценки знаний обучающихся:

для экзамена:

- «отлично» – от 89 до 100 баллов – теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному;

- «хорошо» – от 77 до 88 баллов – теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые виды заданий выполнены с ошибками;

- «удовлетворительно» – от 65 до 76 баллов – теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат

ошибки;

- «неудовлетворительно» – от 0 до 64 баллов - теоретическое содержание курса не освоено, необходимые практические навыки работы не сформированы, выполненные учебные задания содержат грубые ошибки, дополнительная самостоятельная работа над материалом курса не приведет к существенному повышению качества выполнения учебных заданий

7.3. Примерные оценочные материалы для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины «Машинное обучение»

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

а) Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

№	Наименование ресурса сети «Интернет»	Электронный адрес ресурса
1		

10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства и информационных справочных систем (при необходимости).

11.1 Перечень лицензионного программного обеспечения

1. -

При осуществлении образовательного процесса студентами и преподавателем используются следующие информационно справочные системы: СПС «Консультант плюс», СПС «Гарант».

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

№ п/п	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Номер аудитории	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1	Учебная аудитория для проведения занятий всех типов (в т.ч. лекционного, семинарского, практической подготовки обучающихся), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации		

2	Помещение для самостоятельной работы обучающихся, подтверждающее наличие материально-технического обеспечения, с перечнем основного оборудования		
---	--	--	--

13. Особенности реализации дисциплины лиц с ограниченными возможностями здоровья

Обучающимся с ограниченными возможностями здоровья предоставляются специальные учебники и учебные пособия, иная учебная литература, специальные технические средства обучения коллективного и индивидуального пользования, предоставление услуг ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь, а также услуги сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

а) для слабовидящих:

- на промежуточной аттестации присутствует ассистент, оказывающий студенту необходимую техническую помощь с учетом индивидуальных особенностей (он помогает занять рабочее место, передвигаться, прочитать и оформить задание, в том числе записывая под диктовку);
- задания для выполнения, а также инструкция о порядке проведения промежуточной аттестации оформляются увеличенным шрифтом;
- задания для выполнения на промежуточной аттестации зачитываются ассистентом;
- письменные задания выполняются на бумаге, надиктовываются ассистенту;
- обеспечивается индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс;
- студенту для выполнения задания при необходимости предоставляется увеличивающее устройство;

в) для глухих и слабослышащих:

- на промежуточной аттестации присутствует ассистент, оказывающий студенту необходимую техническую помощь с учетом индивидуальных особенностей (он помогает занять рабочее место, передвигаться, прочитать и оформить задание, в том числе записывая под диктовку);
 - промежуточная аттестация проводится в письменной форме;
 - обеспечивается наличие звукоусиливающей аппаратуры коллективного пользования, при необходимости поступающим предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования;
 - по желанию студента промежуточная аттестация может проводиться в письменной форме;
- д) для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата (тяжелыми нарушениями двигательных функций верхних конечностей или отсутствием верхних конечностей):
- письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением или надиктовываются ассистенту;
 - по желанию студента промежуточная аттестация проводится в устной форме.

Рабочая программа дисциплины «Машинное обучение» составлена на основе Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат по направлению подготовки 09.03.02 Информационные системы и технологии (приказ Минобрнауки России от 19.09.2017 г. № 926).

Автор (ы)

ст. преп. КИТ, Огур Максим Геннадьевич

Рецензенты

Рабочая программа дисциплины «Машинное обучение» рассмотрена на заседании Кафедра инжиниринга ИТ-решений протокол № от г. и признана соответствующей требованиям ФГОС ВО и учебного плана по направлению подготовки 09.03.02 Информационные системы и технологии

Заведующий кафедрой _____ Шлаев Дмитрий Валерьевич

Рабочая программа дисциплины «Машинное обучение» рассмотрена на заседании учебно-методической комиссии Факультет цифровых технологий протокол № от г. и признана соответствующей требованиям ФГОС ВО и учебного плана по направлению подготовки 09.03.02 Информационные системы и технологии

Руководитель ОП _____