

**Федеральное государственное автономное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Московский физико-технический институт  
(национальный исследовательский университет)»**

**УТВЕРЖДЕНО**  
**Заместитель директора**

**Ю.О. Соболев**

	<b>Рабочая программа дисциплины (модуля)</b>
<b>по дисциплине:</b>	Развертывание ML моделей
<b>по направлению:</b>	Прикладная математика и информатика
<b>профиль подготовки:</b>	Науки о данных
	центр дополнительного, дополнительного профессионального и онлайн-образования "Пуск"
	центр дополнительного, дополнительного профессионального и онлайн-образования "Пуск"
<b>курс:</b>	1
<b>квалификация:</b>	магистр

Семестр, формы промежуточной аттестации: 2 (весенний) - Дифференцированный зачет

Аудиторных часов: 20 всего, в том числе:

лекции: 2 час.

семинары: 18 час.

лабораторные занятия: 0 час.

Самостоятельная работа: 205 час.

Всего часов: 225, всего зач. ед.: 5

Количество контрольных работ, заданий: 1

Программу составил: К.А. Лапин, старший методист

Программа обсуждена на заседании центра дополнительного, дополнительного профессионального и  
онлайн-образования "Пуск" 01.03.2025

## Аннотация

На дисциплине студент получит системные прикладные и теоретические знания о веб-программировании и разработках сервиса на основе модели машинного обучения.

### 1. Цели и задачи

#### Цель дисциплины

- сформировать у студентов навыки веб-программирования и инструментов для настройки продукта с машинным обучением.

#### Задачи дисциплины

- изучить процесс создания веб-сервиса с машинным обучением;
- изучить систему мониторинга качества модели;
- изучить прототипы веб-сервисов и веб-приложений.

### 2. Перечень формируемых компетенций

Освоение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	УК-1.1 Анализирует проблемную ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними
	УК-1.2 Осуществляет поиск вариантов решения поставленной проблемной ситуации на основе доступных источников информации
	УК-1.3 Разрабатывает стратегию достижения поставленной цели как последовательность шагов, предвидя результат каждого из них и оценивая их влияние на внешнее окружение планируемой деятельности и на взаимоотношения участников этой деятельности
УК-2 Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	УК-2.1 Формулирует в рамках обозначенной проблемы цель, задачи, актуальность, значимость (научную, практическую, методическую и иную в зависимости от типа проекта), ожидаемые результаты и возможные сферы их применения
УК-4 Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия	УК-4.1 Способен вести обмен деловой информацией в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и не менее чем на одном иностранном языке
	УК-4.2 Владеет навыками, необходимыми для написания, письменного перевода и редактирования различных академических текстов (рефератов, эссе, обзоров, статей и т.д.)
	УК-4.3 Способен представлять результаты академической и профессиональной деятельности на различных научных мероприятиях, включая международные
УК-5 Способен анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия	УК-5.1 Способен выявлять специфику философских и научных традиций основных мировых культур
	УК-5.2 Способен определять теоретическое и практическое значение культурно-языкового фактора при взаимодействии различных философских и научных традиций

ОПК-1 Способен решать актуальные задачи фундаментальной и прикладной математики	ОПК-1.1 Знает и способен использовать в профессиональной деятельности фундаментальные научные знания и новые научные принципы и методы исследований в области прикладной математики и информатики
	ОПК-1.2 Способен обобщать и критически оценивать опыт и результаты научных исследований в области профессиональной деятельности
	ОПК-1.3 Понимает междисциплинарные связи в области прикладной математики и информатики и способен их применять при решении задач профессиональной деятельности
ОПК-2 Способен совершенствовать и реализовывать новые математические методы решения прикладных задач	ОПК-2.1 Имеет представление о современном состоянии математических исследований в рамках тематической области своей профессиональной деятельности
	ОПК-2.2 Способен оценить актуальность и практическую значимость прикладных математических исследований в своей профессиональной области
	ОПК-2.3 Владеет профессиональной терминологией, используемой в современной научно-технической литературе, обладает навыками устного и письменного изложения результатов научной деятельности в рамках профессиональной коммуникации
ОПК-6 Способен выбирать и (или) разрабатывать подходы к решению типовых и новых задач в области информатики и вычислительной техники, учитывая особенности и ограничения различных методов решения	ОПК-6.1 Способен анализировать задачу, планировать пути решения, предлагать и комбинировать способы решения
	ОПК-6.2 Способен разрабатывать и модернизировать программное и аппаратное обеспечение информационных и автоматизированных систем
	ОПК-6.5 Способен самостоятельно приобретать, развивать и применять математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания для решения нестандартных задач, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте
ПК-7 Способен разрабатывать и реализовывать инновационные технологические проекты, осуществлять технико-экономическое обоснование инновационных проектов	ПК-7.2 Умеет управлять высокотехнологическим проектом для эффективного достижения целей проекта в рамках утвержденных заказчиком требований, бюджета и сроков
	ПК-7.3 Владеет методами планирования, организации исполнения, контроля, анализа отклонений и коррекции исполнения
ПК-8 Способен приобретать и использовать организационно-управленческие навыки в конкретной профессиональной деятельности; разрабатывать, реализовывать и управлять процессами жизненного цикла программных продуктов	ПК-8.3 Имеет практический опыт управления процессами жизненного цикла программных продуктов

### 3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны знать:

- стратегию достижения поставленной цели как последовательность шагов, предвидя результат каждого из них и оценивая их влияние на внешнее окружение планируемой деятельности и на взаимоотношения участников этой деятельности;
- фундаментальные научные знания в области физико-математических наук;
- междисциплинарные связи в области математики и физики и способен их применять при решении задач профессиональной деятельности;
- нормативную документацию для стандартизации принятых решений и унификации разработанных изделий.

уметь:

- анализировать проблемную ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними;
- осуществлять поиск вариантов решения поставленной проблемной ситуации на основе доступных источников информации;
- организовывать и координировать работу участников проекта, способствует конструктивному преодолению возникающих разногласий и конфликтов;
- учитывать в своей социальной и профессиональной деятельности интересы, особенности поведения и мнения (включая критические) людей, с которыми работает/взаимодействует, в том числе посредством корректировки своих действий;
- предвидеть результаты (последствия) как личных, так и коллективных действий;
- обобщать и критически оценивать опыт и результаты научных исследований в области профессиональной деятельности;
- применять знания и навыки по использованию информационно-коммуникационных технологий для поиска и изучения научной литературы, применения прикладных программных продуктов;
- применять знания в области физико-математических наук для решения поставленной задачи, формулирования выводов и оценки полученных результатов;
- аргументированно выбирать способ проведения научного исследования;
- находить, анализировать и обобщать информацию об актуальных результатах исследований в рамках тематической области своей профессиональной деятельности;
- выдвигать гипотезы, строить математические модели для описания изучаемых явлений и процессов, оценить качество разработанной модели;
- применять теоретические и (или) экспериментальные методы исследований к конкретной научной задаче и интерпретировать полученные результаты;
- самостоятельно определять особенности и качество разрабатываемого проекта.

владеть:

- теоретическими и (или) экспериментальными методами исследований к конкретной научной задаче и интерпретировать полученные результаты.

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

##### 4.1. Разделы дисциплины (модуля) и трудоемкости по видам учебных занятий

№	Тема (раздел) дисциплины	Трудоемкость по видам учебных занятий, включая самостоятельную работу, час.			
		Лекции	Семинары	Лаборат. работы	Самост. работа
1	Подготовка модели к продакшену и деплой	2	6		68
2	Воспроизводимость и контейнеризация приложений		6		68
3	Сервисная архитектура и оркестрация приложений		6		69
Итого часов		2	18		205
Подготовка к экзамену		0 час.			

Общая трудоёмкость	225 час., 5 зач.ед.
--------------------	---------------------

#### 4.2. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам)

Семестр: 2 (Весенний)

##### 1. Подготовка модели к продакшену и деплой

Сохранение и загрузка моделей: pickle и joblib, PMML и ONNX-ML. Деплой модели. Протоколы сетевого взаимодействия, обзор фреймворков. Пишем сервер на Flask. GIL. uWSGI + NGINX.

##### 2. Воспроизводимость и контейнеризация приложений

Воспроизводимость. Виртуализация и изолированность. Virtualenv. Контейнеризация. Docker и Docker Hub. Создание docker-образов. Dockerfile. Создаем образ веб-сервиса

##### 3. Сервисная архитектура и оркестрация приложений

Монолитная и микросервисная архитектуры. Брокеры и очереди. Организация взаимодействия через очереди. RabbitMQ. Логирование, мониторинг, Service Discovery. Оркестрация. Docker Compose.

#### 5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Обучение проходит с использованием дистанционных образовательных технологий.

#### 6.Перечень рекомендуемой литературы

##### Основная литература

1. Методы распознавания [Текст] : учеб. пособие / А. Л. Горелик, В. А. Скрипкин .— 4-е изд., испр. — М. : Высшая школа, 2004 .— 261 с.
2. Программирование на языке высокого уровня Python, учебное пособие для вузов / Д. Ю. Федоров. — Москва, Юрайт, 2020.— URL: <https://urait.ru/bcode/454100> (дата обращения: 15.12.2020). - Полный текст (Режим доступа : из сети МФТИ / Удаленный доступ)

Литература из средств кафедры:

1. Гниденко, И. Г. Технология разработки программного обеспечения : учеб. пособие для СПО / И. Г. Гниденко, Ф. Ф. Павлов, Д. Ю. Федоров. — М. : Издательство Юрайт, 2017. — 235 с.

##### Дополнительная литература

1. Теория распознавания образов : Статистические методы [Текст] : учеб. пособие для вузов / А. А. Натан ; М-во высш. и средн. спец. образования РСФСР, Моск. физ.-техн. ин-т .— М. : МФТИ, 1988 .— 84 с. : ил. - 400 экз.

Рекомендуемая литература:

1. Шелудько В. М., Язык программирования высокого уровня Python. Функции, структуры данных, дополнительные модули, Ростов-на-Дону, Таганрог: Издательство Южного федерального университета, 2017

#### 7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Не используются

## **8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень необходимого программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)**

Студенту для занятий потребуются:

1. Google Drive для доступа к материалам курса
2. Zoom
3. Ноутбук для участия в интерактивных занятиях

## **9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)**

Студенту рекомендуется внимательно слушать лектора, следить за тем, что написано на доске или представлено на слайдах презентации, анализировать получаемую им информацию. В случае, если материал лекции непонятен, следует задать вопрос в отведенное для вопросов время. Студенту также рекомендуется конспектировать материал лекции в тетради, что улучшает запоминание.

При выполнении практических работ студенту рекомендуется внимательно анализировать поставленную задачу, уделяя особое внимание критериям оценки точности решения задачи. Особенное внимание следует уделять методологическим аспектам решения задач.

При ведении самостоятельной работы студенту рекомендуется внимательно подходить к изучению научных статей, обращать внимание на значимость полученного результата, на требования к обучающей выборке, на скорость работы предлагаемых алгоритмов, на результаты их сравнения с существующими. В случае, если изучаемый материал понятен не до конца, рекомендуется обращение к дополнительной литературе.

## ПРИЛОЖЕНИЕ

### ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

<b>по направлению:</b>	Прикладная математика и информатика
<b>профиль подготовки:</b>	Науки о данных центр дополнительного, дополнительного профессионального и онлайн-образования "Пуск" центр дополнительного, дополнительного профессионального и онлайн-образования "Пуск"
<b>курс:</b>	<u>1</u>
<b>квалификация:</b>	магистр
Семестр, формы промежуточной аттестации: 2 (весенний) - Дифференцированный зачет	
<b>Разработчик:</b>	К.А. Лапин, старший методист

## 1. Компетенции, формируемые в процессе изучения дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	УК-1.1 Анализирует проблемную ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними
	УК-1.2 Осуществляет поиск вариантов решения поставленной проблемной ситуации на основе доступных источников информации
	УК-1.3 Разрабатывает стратегию достижения поставленной цели как последовательность шагов, предвидя результат каждого из них и оценивая их влияние на внешнее окружение планируемой деятельности и на взаимоотношения участников этой деятельности
УК-2 Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	УК-2.1 Формулирует в рамках обозначенной проблемы цель, задачи, актуальность, значимость (научную, практическую, методическую и иную в зависимости от типа проекта), ожидаемые результаты и возможные сферы их применения
УК-4 Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия	УК-4.1 Способен вести обмен деловой информацией в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и не менее чем на одном иностранном языке
	УК-4.2 Владеет навыками, необходимыми для написания, письменного перевода и редактирования различных академических текстов (рефератов, эссе, обзоров, статей и т.д.)
	УК-4.3 Способен представлять результаты академической и профессиональной деятельности на различных научных мероприятиях, включая международные
УК-5 Способен анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия	УК-5.1 Способен выявлять специфику философских и научных традиций основных мировых культур
	УК-5.2 Способен определять теоретическое и практическое значение культурно-языкового фактора при взаимодействии различных философских и научных традиций
ОПК-1 Способен решать актуальные задачи фундаментальной и прикладной математики	ОПК-1.1 Знает и способен использовать в профессиональной деятельности фундаментальные научные знания и новые научные принципы и методы исследований в области прикладной математики и информатики
	ОПК-1.2 Способен обобщать и критически оценивать опыт и результаты научных исследований в области профессиональной деятельности
	ОПК-1.3 Понимает междисциплинарные связи в области прикладной математики и информатики и способен их применять при решении задач профессиональной деятельности
ОПК-2 Способен совершенствовать и реализовывать новые математические	ОПК-2.1 Имеет представление о современном состоянии математических исследований в рамках тематической области своей профессиональной деятельности
	ОПК-2.2 Способен оценить актуальность и практическую значимость прикладных математических исследований в своей профессиональной области



методы решения прикладных задач	ОПК-2.3 Владеет профессиональной терминологией, используемой в современной научно-технической литературе, обладает навыками устного и письменного изложения результатов научной деятельности в рамках профессиональной коммуникации
ОПК-6 Способен выбирать и (или) разрабатывать подходы к решению типовых и новых задач в области информатики и вычислительной техники, учитывая особенности и ограничения различных методов решения	ОПК-6.1 Способен анализировать задачу, планировать пути решения, предлагать и комбинировать способы решения
	ОПК-6.2 Способен разрабатывать и модернизировать программное и аппаратное обеспечение информационных и автоматизированных систем
	ОПК-6.5 Способен самостоятельно приобретать, развивать и применять математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания для решения нестандартных задач, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте
ПК-7 Способен разрабатывать и реализовывать инновационные технологические проекты, осуществлять технико-экономическое обоснование инновационных проектов	ПК-7.2 Умеет управлять высокотехнологическим проектом для эффективного достижения целей проекта в рамках утвержденных заказчиком требований, бюджета и сроков
	ПК-7.3 Владеет методами планирования, организации исполнения, контроля, анализа отклонений и коррекции исполнения
ПК-8 Способен приобретать и использовать организационно-управленческие навыки в конкретной профессиональной деятельности; разрабатывать, реализовывать и управлять процессами жизненного цикла программных продуктов	ПК-8.3 Имеет практический опыт управления процессами жизненного цикла программных продуктов

## 2. Показатели оценивания компетенций

В результате изучения дисциплины «Развертывание ML моделей» обучающийся должен:

### знать:

- стратегию достижения поставленной цели как последовательность шагов, предвидя результат каждого из них и оценивая их влияние на внешнее окружение планируемой деятельности и на взаимоотношения участников этой деятельности;
- фундаментальные научные знания в области физико-математических наук;
- междисциплинарные связи в области математики и физики и способен их применять при решении задач профессиональной деятельности;
- нормативную документацию для стандартизации принятых решений и унификации разработанных изделий.

### уметь:

- анализировать проблемную ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними;
- осуществлять поиск вариантов решения поставленной проблемной ситуации на основе доступных источников информации;
- организовывать и координировать работу участников проекта, способствует конструктивному преодолению возникающих разногласий и конфликтов;
- учитывать в своей социальной и профессиональной деятельности интересы, особенности поведения и мнения (включая критические) людей, с которыми работает/взаимодействует, в том числе посредством корректировки своих действий;
- предвидеть результаты (последствия) как личных, так и коллективных действий;
- обобщать и критически оценивать опыт и результаты научных исследований в области профессиональной деятельности;
- применять знания и навыки по использованию информационно-коммуникационных технологий для поиска и изучения научной литературы, применения прикладных программных продуктов;
- применять знания в области физико-математических наук для решения поставленной задачи, формулирования выводов и оценки полученных результатов;
- аргументированно выбирать способ проведения научного исследования;
- находить, анализировать и обобщать информацию об актуальных результатах исследований в рамках тематической области своей профессиональной деятельности;
- выдвигать гипотезы, строить математические модели для описания изучаемых явлений и процессов, оценить качество разработанной модели;
- применять теоретические и (или) экспериментальные методы исследований к конкретной научной задаче и интерпретировать полученные результаты;
- самостоятельно определять особенности и качество разрабатываемого проекта.

#### **владеть:**

- теоретическими и (или) экспериментальными методами исследований к конкретной научной задаче и интерпретировать полученные результаты.

### **3. Перечень типовых (примерных) вопросов, заданий, тем для подготовки к текущему контролю**

Примеры вопросов для текущего контроля:

1. MVP (minimum viable product) прототип.
2. Визуальные интерфейсы для создания прототипов.
3. Инструменты и программное обеспечение для мониторинга систем.
4. Облачные сервисы.
5. Понятие контейнера.
6. Примеры запросов на выборку данных для модели машинного обучения
7. Принципы верстки. Протоколы и спецификации.
8. Программное обеспечение для работы с удаленными серверами.
9. Прототип функционального web-продукта.
10. Процесс обертывания модели машинного обучения в Docker.
11. Создание тестовых данных для контроля и мониторинга алгоритмов
12. Способы создания прототипов.
13. Управление моделями машинного обучения.

### **4. Перечень типовых (примерных) вопросов и тем для проведения промежуточной аттестации обучающихся**

Типовые вопросы для дифференцированного зачета:

1. Основные сервисы для развертывания моделей.
2. ПО для работы с удаленными серверами.
3. На основе изученного материала настроить систему мониторинга качества модели машинного обучения. Настроить мониторинг реакции на лечение и прогрессирования заболевания. Определить пути оптимизации системы мониторинга при внедрении модели в эксплуатацию.
4. Управление моделями машинного обучения.
5. Определение моделей машинного обучения.
6. Использование моделей машинного обучения.

7. Понятие контейнера.
8. Процесс обертывания модели машинного обучения в Docker.
9. На основании изученного материала развернуть и запустить модель анализа демографической истории по геномным данным.
10. Создание тестовых данных для контроля и мониторинга алгоритмов. Инструменты и программное обеспечение для мониторинга систем.
11. Понятие удаленного сервера. Программное обеспечение для работы с удаленными серверами. Облачные сервисы.

#### Критерии оценивания

- оценка «отлично (10)» выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины и умение уверенно применять их на практике при решении конкретных задач, свободное и правильное обоснование принятых решений
- оценка «отлично (9)» выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины и умение применять их на практике при решении конкретных задач, свободное и правильное обоснование принятых решений
- оценка «отлично (8)» выставляется студенту, показавшему всесторонние систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины и умение применять их на практике при решении конкретных задач, и правильное обоснование принятых решений
- оценка «хорошо (7)» выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и, по существу, излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе или в решении задач некоторые неточности;
- оценка «хорошо (6)» выставляется студенту, если он знает материал, грамотно и, по существу, излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе или в решении задач некоторые неточности;
- оценка «хорошо (5)» выставляется студенту, если он знает материал, и, по существу, излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе или в решении задач некоторые неточности;
- оценка «удовлетворительно (4)» выставляется студенту, показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний, недостаточно правильные формулировки базовых понятий, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, но при этом он владеет основными разделами учебной программы, необходимыми для дальнейшего обучения и может применять полученные знания по образцу в стандартной ситуации;
- оценка «удовлетворительно (3)» выставляется студенту, показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний, недостаточно правильные формулировки базовых понятий, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, но при этом он владеет фрагментарно основными разделами учебной программы, необходимыми для дальнейшего обучения и может применять полученные знания по образцу в стандартной ситуации;
- оценка «неудовлетворительно (2)» выставляется студенту, который не знает большей части основного содержания учебной программы дисциплины, допускает грубые ошибки в формулировках основных понятий дисциплины и не умеет использовать полученные знания при решении типовых практических задач
- оценка «неудовлетворительно (1)» выставляется студенту, который не знает формулировок основных понятий дисциплины.

#### **5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности**

Итоговый контроль проходит в форме дифференцированного зачета на lms.

Время отведенное на дифференцированный зачет: 4 академических часа.