

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего  
образования  
"САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ"

Кафедра № 43

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель образовательной программы

доц., к.т.н.  
(должность, уч. степень, звание)

А.А. Фоменкова  
(инициалы, фамилия)  
(подпись)  
«16» февраля 2026 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Интеллектуальный анализ и обработка данных»  
(Наименование дисциплины)

|                                                       |                                                       |
|-------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|
| Код направления подготовки/<br>специальности          | 09.04.04                                              |
| Наименование направления<br>подготовки/ специальности | Программная инженерия                                 |
| Наименование направленности/<br>специализации         | Проектирование интеллектуальных программных<br>систем |
| Форма обучения                                        | заочная                                               |
| Год приема                                            | 2026                                                  |

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

доцент, к.т.н.  
(должность, уч. степень, звание)

12.02.26  
(подпись, дата)

В.Ю. Скобцов  
(инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 43

«16» февраля 2026 г, протокол № 02/2026

Заведующий кафедрой № 43

д.т.н., проф.  
(уч. степень, звание)

16.02.26  
(подпись, дата)

М.Ю. Охтилев  
(инициалы, фамилия)

Заместитель директора института №4 по методической работе

доц., к.т.н.  
(должность, уч. степень, звание)

16.02.26  
(подпись, дата)

А.А. Фоменкова  
(инициалы, фамилия)

## Аннотация

Дисциплина «Интеллектуальный анализ и обработка данных» входит в образовательную программу высшего образования – программу магистратуры по направлению подготовки/ специальности 09.04.04 «Программная инженерия» направленности/специализации «Проектирование интеллектуальных программных систем». Дисциплина реализуется кафедрой «№43».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

УК-1 «Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий»

ПК-1 «Способен применять методологии разработки и управления коллективными проектами разработки программного обеспечения и нормативно-техническую документацию в этой области»

ПК-3 «Способность владеть методами и способами проектирования интеллектуальных программных систем, включая методы взаимодействия программной системы со своим окружением»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с генеративным глубоким обучением как современной методологией интеллектуального анализа и обработки данных в программной инженерии, и ее применением в математическом и алгоритмическом обеспечении, разработке и проектировании интеллектуальных информационных систем, для повышения качества системного анализа данных в современных информационных технологиях и технологиях искусственного интеллекта.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, лабораторные работы, практические занятия, самостоятельная работа обучающегося, курсовое проектирование.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация в форме экзамена (3 семестр), зачета (4 семестр).

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 9 зачетных единиц, 324 часа.

Язык обучения по дисциплине «русский»

# 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

## 1.1. Цели преподавания дисциплины

Изучение полидисциплинарных знаний в информационных системах с применением современных разделов искусственного интеллекта. Получение навыков профессионального владения в области интеллектуального анализа и обработки данных на основе современных методов и моделей генеративного глубокого обучения в разработке и проектировании интеллектуальных программных систем, решении задач интеллектуального анализа и обработки данных средствами математического и программного-алгоритмического обеспечения на основе моделей глубокого генеративного обучения.

1.2. Дисциплина входит в состав части, формируемой участниками образовательных отношений, образовательной программы высшего образования (далее – ОП ВО).

1.3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП ВО.

В результате изучения дисциплины обучающийся должен обладать следующими компетенциями или их частями. Компетенции и индикаторы их достижения приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень компетенций и индикаторов их достижения

| Категория (группа) компетенции | Код и наименование компетенции                                                                                                                                               | Код и наименование индикатора достижения компетенции                                                                                                                                                                                                               |
|--------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Универсальные компетенции      | УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий                                              | УК-1.3.1 знать методы критического анализа и системного подхода; методики разработки стратегии действий для выявления и решения проблемных ситуаций                                                                                                                |
| Профессиональные компетенции   | ПК-1 Способен применять методологии разработки и управления коллективными проектами разработки программного обеспечения и нормативно-техническую документацию в этой области | ПК-1.У.1 умеет обосновывать выбор методов проектирования и протоколов взаимодействия компонентов программных систем                                                                                                                                                |
| Профессиональные компетенции   | ПК-3 Способность владеть методами и способами проектирования интеллектуальных программных систем, включая                                                                    | ПК-3.3.1 знает способы проектирования интеллектуальных программных систем, создания архитектур программы проекта, технологии и средства разработки программного обеспечения, включая системы управления исходным кодом<br>ПК-3.В.1 владеет методами проектирования |

|  |                                                               |                                     |
|--|---------------------------------------------------------------|-------------------------------------|
|  | методы взаимодействия программной системы со своим окружением | интеллектуальных программных систем |
|--|---------------------------------------------------------------|-------------------------------------|

## 2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина может базироваться на знаниях, ранее приобретенных обучающимися при освоении программы бакалавриата.

Знания, полученные при изучении материала данной дисциплины, имеют как самостоятельное значение, так и используются при прохождении практик и дипломном проектировании.

## 3. Объем и трудоемкость дисциплины

Данные об общем объеме дисциплины, трудоемкости отдельных видов учебной работы по дисциплине (и распределение этой трудоемкости по семестрам) представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Объем и трудоемкость дисциплины

| Вид учебной работы                                                                        | Всего                            | Трудоемкость по семестрам |                      |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|---------------------------|----------------------|
|                                                                                           |                                  | №3                        | №4                   |
| 1                                                                                         | 2                                | 3                         | 4                    |
| <b>Общая трудоемкость дисциплины, 3Е/ (час)</b>                                           | 9/ 324                           | 6/ 216                    | 3/ 108               |
| <b>Из них часов практической подготовки</b>                                               | 24                               | 16                        | 8                    |
| <b>Аудиторные занятия, всего час.</b>                                                     | 44                               | 36                        | 8                    |
| в том числе:                                                                              |                                  |                           |                      |
| лекции (Л), (час)                                                                         | 12                               | 12                        |                      |
| практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)                                              | 12                               | 12                        |                      |
| лабораторные работы (ЛР), (час)                                                           | 12                               | 12                        |                      |
| курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)                                                  | 8                                |                           | 8                    |
| экзамен, (час)                                                                            | 9                                | 9                         |                      |
| <b>Самостоятельная работа, всего (час)</b>                                                | 271                              | 171                       | 100                  |
| <b>Вид промежуточной аттестации:</b> зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.) | Экз.,<br>Зачет,<br>Курс.<br>Раб. | Экз.,                     | Зачет, Курс.<br>Раб. |

## 4. Содержание дисциплины

### 4.1. Распределение трудоемкости дисциплины по разделам и видам занятий.

Разделы, темы дисциплины и их трудоемкость приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Разделы, темы дисциплины, их трудоемкость

| Разделы, темы дисциплины                                                                                                                                                                                                                                                 | Лекции (час) | ПЗ (СЗ) (час) | ЛР (час) | КП (час) | СРС (час) |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|---------------|----------|----------|-----------|
| Семестр 3                                                                                                                                                                                                                                                                |              |               |          |          |           |
| Раздел 1. Генеративное моделирование: ключевые различия между генеративными и дискриминативными моделями; основные свойства генеративных моделей; основные понятия теории вероятностей, лежащие в основе генеративных моделей; различные семейства генеративных моделей. | 1            |               |          |          | 24        |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |    |    |    |  |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|----|----|--|-----|
| Раздел 2. Вариационные автокодировщики: модель и принципы работы вариационного автокодировщика; пример реализации в Keras; генерация изображений вариационным автокодировщиком, арифметика скрытого пространства.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 1  | 2  | 2  |  | 24  |
| Раздел 3. Генеративно-состязательные сети (GAN): модель, принципы работы и обучение GAN; модель глубокой сверточной GAN – DCGAN, реализация с помощью Keras и генерация изображений, проблемы обучения DCGAN; модель Wasserstein GAN (WGAN), функция потерь Вассерштейна, ограничение Липшица и его реализация, решение проблем обучения DCGAN с помощью WGAN; улучшение архитектуры WGAN с помощью функции потерь со штрафом за градиент – модель WGAN-GP, обучение и анализ модели, реализация с помощью Keras и генерация изображений; условные генеративно-состязательные сети, архитектура CGAN, обучение и анализ модели, реализация с помощью Keras и генерация изображений. | 2  | 2  | 2  |  | 27  |
| Раздел 4. Модели нормализующих потоков: нормализующие потоки, замена переменных, определитель якобиана, уравнение замены переменных; модель RealNVP, слои связи, пример реализации модели RealNVP в Keras, обучение, генерация изображения и анализ; альтернативные модели нормализующих потоков: GLOW и FFJORD.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 2  | 2  | 2  |  | 24  |
| Раздел 5. Глубокие модели на основе энергии (Energy-Based Model – EBM): функция оценки энергии; выборка наблюдений с помощью динамики Ланжевена; обучение EBM с контрастивной дивергенцией; анализ модели EBM. Реализация с помощью Keras/Tensorflow и генерация изображений                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 2  | 2  | 2  |  | 24  |
| Раздел 6. Глубокие модели диффузии: модель и основные принципы работы; процесс прямой диффузии; трюк с перепараметризацией; режимы диффузии; процесс обратной диффузии; модель удаления шума U-Net; обучение диффузионной модели; Выборка из диффузионной модели удаления шума; анализ модели. Реализация с помощью Keras/Tensorflow и генерация изображений.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 2  | 2  | 2  |  | 24  |
| Раздел 7. Глубокие модели трансформеров: внутреннее внимание, обобщенное внутреннее внимание, многоголовое внимание; архитектура полного трансформера как комбинация кодировщика/декодировщика и принципы работы; архитектуры кодировщика, декодировщика, обучение; позиционное кодирование. Создание и реализация модели GPT (Generative Pretrained Transformer) с помощью Keras/Tensorflow, обучение модели и ее анализ, задача генерации текста. Модели трансформеров/ языковые модели: T5, GPT-3 и GPT-4, ChatGPT, DeepSeek, Grok-3.                                                                                                                                            | 2  | 2  | 2  |  | 24  |
| Итого в семестре:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 12 | 12 | 12 |  | 171 |

| Семестр 4                  |    |    |    |   |     |
|----------------------------|----|----|----|---|-----|
| Выполнение курсовой работы |    |    |    | 8 |     |
| Итого в семестре:          |    |    |    | 8 | 100 |
| Итого                      | 12 | 12 | 12 | 8 | 271 |

Практическая подготовка заключается в непосредственном выполнении обучающимися определенных трудовых функций, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

#### 4.2. Содержание разделов и тем лекционных занятий.

Содержание разделов и тем лекционных занятий приведено в таблице 4.

Таблица 4 – Содержание разделов и тем лекционного цикла

| Номер раздела | Название и содержание разделов и тем лекционных занятий                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|---------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.            | Раздел 1. Генеративное моделирование: ключевые различия между генеративными и дискриминативными моделями; основные свойства генеративных моделей; основные понятия теории вероятностей, лежащие в основе генеративных моделей; различные семейства генеративных моделей.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 2.            | Раздел 2. Вариационные автокодировщики: модель и принципы работы вариационного автокодировщика; пример реализации в Keras; генерация изображений вариационным автокодировщиком, арифметика скрытого пространства.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 3.            | Раздел 3. Генеративно-состязательные сети (GAN): модель, принципы работы и обучение GAN; модель глубокой сверточной GAN – DCGAN, реализация с помощью Keras и генерация изображений, проблемы обучения DCGAN; архитектура Wasserstein GAN (WGAN), функция потерь Вассерштейна, ограничение Липшица и его реализация, решение проблем обучения DCGAN с помощью WGAN; улучшение архитектуры WGAN с помощью функции потерь со штрафом за градиент – модель WGAN-GP, обучение и анализ модели, реализация с помощью Keras и генерация изображений; условные генеративно-состязательные сети, архитектура CGAN, обучение и анализ модели, реализация с помощью Keras и генерация изображений. |
| 4.            | Раздел 4. Модели нормализующих потоков: нормализующие потоки; уравнение замены переменных; определитель якобиана, играет жизненно важную роль в вычислении явная функция плотности, слои связи; обратимая нейронная сеть, архитектура и принципы работы; модель RealNVP, анализ и обучение; модели расширения модели RealNVP: GLOW и FFJORD. Реализация с помощью Keras/Tensorflow и генерация изображений/                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 5.            | Раздел 5. Глубокие модели на основе энергии (Energy-Based Model – EBM): функция оценки энергии; выборка наблюдений с помощью динамики Ланжевена; обучение EBM с контрастивной дивергенцией; анализ модели EBM.<br>Реализация с помощью Keras/Tensorflow и генерация изображений                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 6.            | Раздел 6. Глубокие модели диффузии: архитектура и основные принципы работы; процесс прямой диффузии; трюк с перепараметризацией; режимы диффузии; процесс обратной диффузии; модель удаления шума U-Net; обучение диффузионной модели; выборка из диффузионной модели удаления шума; анализ модели. Реализация с помощью Keras/Tensorflow и генерация изображений.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 7.            | Раздел 7. Глубокие модели трансформеров: внутреннее внимание,                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |

|  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | обобщенное внутреннее внимание, многоголовое внимание; архитектура полного трансформера как комбинация кодировщика/декодировщика и принципы работы; архитектуры кодировщика, декодировщика, обучение; позиционное кодирование. Создание и реализация модели GPT (Generative Pretrained Transformer) с помощью Keras/Tensorflow, обучение модели и ее анализ, задача генерации текста. Модели трансформеров: T5, GPT-3 и GPT-4, ChatGPT, DeepSeek, Grok-3. |
|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

#### 4.3. Практические (семинарские) занятия

Темы практических занятий и их трудоемкость приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Практические занятия и их трудоемкость

| № п/п     | Темы практических занятий                                                      | Формы практических занятий | Трудоемкость, (час) | Из них практической подготовки, (час) | № раздела дисциплины |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|---------------------|---------------------------------------|----------------------|
| Семестр 3 |                                                                                |                            |                     |                                       |                      |
| 1.        | Генеративное моделирование на основе моделей вариационных автокодировщиков.    | Практика                   | 2                   | 2                                     | 2                    |
| 2.        | Генеративное моделирование на основе моделей генеративно-состязательных сетей. | Практика                   | 2                   | 2                                     | 3                    |
| 3.        | Генеративное моделирование на основе модели нормализующих потоков.             | Практика                   | 2                   | 2                                     | 4                    |
| 4.        | Генеративное моделирование на основе глубоких моделей на основе энергии.       | Практика                   | 2                   | 2                                     | 5                    |
| 5.        | Генеративное моделирование на основе глубоких моделей диффузии.                | Практика                   | 2                   | 2                                     | 6                    |
| 6.        | Генеративное моделирование на основе глубоких моделей трансформеров.           | Практика                   | 2                   | 2                                     | 7                    |
| Всего     |                                                                                |                            | 12                  | 12                                    |                      |

#### 4.4. Лабораторные занятия

Темы лабораторных занятий и их трудоемкость приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Лабораторные занятия и их трудоемкость

| № п/п | Наименование лабораторных работ | Трудоемкость, (час) | Из них практической подготовки, | № раздела дисциплины |
|-------|---------------------------------|---------------------|---------------------------------|----------------------|
|-------|---------------------------------|---------------------|---------------------------------|----------------------|

|           |                                                                                |    | (час) | лины |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------------|----|-------|------|
| Семестр 2 |                                                                                |    |       |      |
| 1.        | Генеративное моделирование на основе моделей вариационных автокодировщиков.    | 2  | 2     | 2    |
| 2.        | Генеративное моделирование на основе моделей генеративно-состязательных сетей. | 2  | 2     | 3    |
| 3.        | Генеративное моделирование на основе модели нормализующих потоков.             | 2  | 2     | 4    |
| 4.        | Генеративное моделирование на основе глубоких моделей на основе энергии.       | 2  | 2     | 5    |
| 5.        | Генеративное моделирование на основе глубоких моделей диффузии.                | 2  | 2     | 6    |
| 6.        | Генеративное моделирование на основе глубоких моделей трансформеров.           | 2  | 2     | 7    |
| Всего     |                                                                                | 12 | 12    |      |

#### 4.5. Выполнение курсового проекта/ курсовой работы

Цель курсовой работы: закрепление навыков генеративного глубокого обучения как современной методологии интеллектуального анализа и обработки данных в программной инженерии, и его применения в разработке программно-алгоритмического и математического обеспечения в процессе проектирования интеллектуальных программных систем для повышения качества системного анализа данных в современных информационных технологиях и технологиях искусственного интеллекта.

Часов практической подготовки: 8

Примерные темы заданий на курсовую работу приведены в разделе 10 РПД.

Обязательно указать темы на курсовую работу и выделить для неё время в СРС

#### 4.6. Самостоятельная работа обучающихся

Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость

| Вид самостоятельной работы                        | Всего, час | Семестр 3, час | Семестр 4, час |
|---------------------------------------------------|------------|----------------|----------------|
| 1                                                 | 2          | 3              | 4              |
| Изучение теоретического материала дисциплины (ТО) | 30         | 30             |                |
| Курсовое проектирование (КП, КР)                  | 100        |                | 100            |
| Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ) | 100        | 100            |                |
| Контрольные работы заочников (КРЗ)                | 18         | 18             |                |
| Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)        | 23         | 23             |                |
| Всего:                                            | 271        | 171            | 100            |

#### 5. Перечень учебно-методического обеспечения

для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся указаны в п.п. разделов 6-11.



## 6. Перечень печатных и электронных учебных изданий

Перечень печатных и электронных учебных изданий приведен в таблице 8.

Таблица 8— Перечень печатных и электронных учебных изданий

| Шифр/<br>URL адрес                                                                              | Библиографическая ссылка                                                                                                                                                          | Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных экземпляров) |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|
| <a href="https://reader.lanbook.com/book/504823#1">https://reader.lanbook.com/book/504823#1</a> | Сорокин А. Б., Семенов Р. Э. Проектирование и обучение нейронных сетей (генеративные модели): учебное пособие МИРЭА - Российский технологический университет                      | Даты обращения — январь-февраль 2026                                |
| <a href="https://reader.lanbook.com/book/513580#1">https://reader.lanbook.com/book/513580#1</a> | Баланов А.Н. Машинное обучение и искусственный интеллект: Учебное пособие для вузов, Издательство "Лань", 2026.                                                                   | Даты обращения — январь-февраль 2026                                |
| <a href="https://reader.lanbook.com/book/450836#1">https://reader.lanbook.com/book/450836#1</a> | Антохина Ю. А., Татарникова Т. Методы и алгоритмы искусственного интеллекта: Учебник для вузов, Издательство "Лань", 2025                                                         | Даты обращения — январь-февраль 2026                                |
| <a href="https://reader.lanbook.com/book/513650#1">https://reader.lanbook.com/book/513650#1</a> | Катанов Ю. Е., Аристов А. И. Композитный искусственный интеллект и генеративные технологии в промышленности. Часть 1: учебное пособие Тюменский индустриальный университет, 2025. | Даты обращения — январь-февраль 2026                                |

## 7. Перечень электронных образовательных ресурсов

информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины приведен в таблице 9.

Таблица 9 – Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

| URL адрес                                                   | Наименование                         |
|-------------------------------------------------------------|--------------------------------------|
| <a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a> | Электронно-библиотечная система Лань |
| <a href="https://lms.guap.ru/">https://lms.guap.ru/</a>     | ЛМС ГУАП                             |
| <a href="https://pro.guap.ru/">https://pro.guap.ru/</a>     | Система личного кабинета ГУАП        |

## 8. Перечень информационных технологий

8.1. Перечень программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

Перечень используемого программного обеспечения представлен в таблице 10.

Таблица 10– Перечень программного обеспечения

| № п/п | Наименование                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|-------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|       | Свободно распространяемое ПО:<br>- интерпретатор языка программирования Python 3.*;<br>- среда разработки Anaconda с соответствующими инструментами (Spyder, Jupyter Notebook) и пакетами машинного/глубокого обучения, обработки и визуализации данных.<br><a href="https://www.anaconda.com/download/success?reg=skipped">https://www.anaconda.com/download/success?reg=skipped</a> |

8.2. Перечень информационно-справочных систем, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Перечень используемых информационно-справочных систем представлен в таблице 11.

Таблица 11– Перечень информационно-справочных систем

| № п/п | Наименование                                                                                                                                                    |
|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1     | Документация по среде разработки Anaconda, ее компонентам и инструментам<br><a href="https://www.anaconda.com/docs/main">https://www.anaconda.com/docs/main</a> |
| 2     | Пакет разработки нейросетевых моделей Keras. <a href="https://keras.io/api/">https://keras.io/api/</a>                                                          |
| 3     | Пакет разработки нейросетевых моделей Tensorflow.<br><a href="https://www.tensorflow.org/tutorials?hl=ru">https://www.tensorflow.org/tutorials?hl=ru</a>        |
| 4     | Пакет ввода/вывода и обработки данных Pandas <a href="https://pandas.pydata.org/docs/">https://pandas.pydata.org/docs/</a>                                      |
| 5     | Пакет работы с Numpy массивами <a href="https://numpy.org/doc/stable/">https://numpy.org/doc/stable/</a>                                                        |

## 9. Материально-техническая база

Состав материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине, представлен в таблице 12.

Таблица 12 – Состав материально-технической базы

| № п/п | Наименование составной части материально-технической базы | Номер аудитории (при необходимости)           |
|-------|-----------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| 1     | Специализированная лаборатория                            | Б.М. 23-08, 23-09, 23-10                      |
| 2     | Аудитории для самостоятельной подготовки                  | Интернет-классы библиотеки ул. Б. Морская, 67 |

## 10. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

10.1. Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине приведен в таблице 13.

Таблица 13 – Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

| Вид промежуточной аттестации | Перечень оценочных средств |
|------------------------------|----------------------------|
|------------------------------|----------------------------|

|                            |                                                                                    |
|----------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| Экзамен                    | Список вопросов к экзамену;<br>Экзаменационные билеты*;<br>Задачи;<br>Тесты.       |
| Зачет                      | Список вопросов;<br>Тесты;<br>Задачи.                                              |
| Выполнение курсовой работы | Экспертная оценка на основе требований к содержанию курсовой работы по дисциплине. |

10.2. В качестве критериев оценки уровня сформированности (освоения) компетенций обучающимися применяется 5-балльная шкала оценки сформированности компетенций, которая приведена в таблице 14. В течение семестра может использоваться 100-балльная шкала модульно-рейтинговой системы Университета, правила использования которой, установлены соответствующим локальным нормативным актом ГУАП.

Таблица 14 –Критерии оценки уровня сформированности компетенций

| Оценка компетенции<br>5-балльная шкала | Характеристика сформированных компетенций                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|----------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| «отлично»<br>«зачтено»                 | Обучающийся:<br>– глубоко и всесторонне усвоил программный материал;<br>– уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает;<br>– опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно связывает усвоенные научные положения с практической деятельностью направления;<br>– умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи;<br>– делает выводы и обобщения;<br>– свободно владеет системой специализированных понятий.<br>– правильно выполнил от 90% до 100% тестовых заданий**. |
| «хорошо»<br>«зачтено»                  | Обучающийся:<br>– твердо усвоил программный материал, грамотно и по существу излагает его, опираясь на знания основной литературы;<br>– не допускает существенных неточностей;<br>– увязывает усвоенные знания с практической деятельностью направления;<br>– аргументирует научные положения;<br>– делает выводы и обобщения;<br>– владеет системой специализированных понятий.<br>– правильно выполнил от 70% до 89% тестовых заданий**.                                                                   |
| «удовлетворительно»<br>«зачтено»       | – обучающийся усвоил только основной программный материал, по существу излагает его, опираясь на знания только основной литературы;<br>– допускает несущественные ошибки и неточности;<br>– испытывает затруднения в практическом применении знаний направления;<br>– слабо аргументирует научные положения;<br>– затрудняется в формулировании выводов и обобщений;<br>– частично владеет системой специализированных понятий.<br>– правильно выполнил от 51% до 69% тестовых заданий**.                    |
| «неудовлетворительно»<br>«не зачтено»  | – обучающийся не усвоил значительной части программного материала;<br>– допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении проблем в конкретном направлении;<br>– испытывает трудности в практическом применении знаний;                                                                                                                                                                                                                                                                            |

| Оценка компетенции | Характеристика сформированных компетенций                                                                                                                                                                  |
|--------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 5-балльная шкала   |                                                                                                                                                                                                            |
|                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>– не может аргументировать научные положения;</li> <li>– не формулирует выводов и обобщений.</li> <li>– правильно выполнил менее 51% тестовых заданий**.</li> </ul> |

10.3. Типовые контрольные задания или иные материалы.

Вопросы (задачи) для экзамена представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Вопросы (задачи) для экзамена

| № п/п | Перечень вопросов (задач) для экзамена                                                                                  | Код индикатора                                |
|-------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| 1.    | Генеративное моделирование. Ключевые различия между генеративными и дискриминативными моделями                          | УК-1.3.1,<br>ПК-3.B.1                         |
| 2.    | Основные свойства генеративных моделей.                                                                                 | УК-1.3.1,<br>ПК-3.B.1                         |
| 3.    | Базовые принципы генеративного моделирования. Классификация генеративных моделей.                                       | УК-1.3.1,<br>ПК-3.B.1                         |
| 4.    | Основные понятия теории вероятностей, лежащие в основе генеративных моделей.                                            | УК-1.3.1,<br>ПК-3.B.1                         |
| 5.    | Модель и принципы работы вариационного автокодировщика.                                                                 | УК-1.3.1,<br>ПК-3.B.1                         |
| 6.    | Реализация вариационного автокодировщика в Keras, обучение и генерация изображений вариационным автокодировщиком.       | УК-1.3.1,<br>ПК-3.B.1<br>ПК-3.3.1<br>ПК-1.Y.1 |
| 7.    | Арифметика скрытого пространства вариационного автокодировщика.                                                         | УК-1.3.1,<br>ПК-3.B.1                         |
| 8.    | Генеративно-состязательные сети (GAN). Модель, принципы работы и обучения GAN. Архитектуры генератора и дискриминатора. | УК-1.3.1,<br>ПК-3.B.1                         |
| 9.    | Реализация глубокой сверточной GAN (DCGAN) с помощью Keras, обучение и генерация изображений.                           | УК-1.3.1,<br>ПК-3.B.1<br>ПК-3.3.1<br>ПК-1.Y.1 |
| 10.   | Проблемы и рекомендации по обучению DCGAN.                                                                              | УК-1.3.1,<br>ПК-3.B.1                         |
| 11.   | Модель Wasserstein GAN (WGAN). Функция потерь Вассерштейна, ограничение Липшица.                                        | УК-1.3.1,<br>ПК-3.B.1                         |
| 12.   | Функция потерь со штрафом за градиент. WGAN-GP, ее реализация в Keras, обучение и анализ.                               | УК-1.3.1,<br>ПК-3.B.1<br>ПК-3.3.1<br>ПК-1.Y.1 |
| 13.   | Условные генеративно-состязательные сети CGAN. Модель CGAN, обучение и анализ модели.                                   | УК-1.3.1,<br>ПК-3.B.1                         |
| 14.   | Реализация CGAN с помощью Keras и генерация изображений.                                                                | УК-1.3.1,<br>ПК-3.B.1<br>ПК-3.3.1<br>ПК-1.Y.1 |
| 15.   | Модели нормализующих потоков: нормализующие потоки, замена переменных, определитель якобиана, уравнение замены          | УК-1.3.1,<br>ПК-3.B.1                         |

|     |                                                                                                                 |                                               |
|-----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|
|     | переменных.                                                                                                     |                                               |
| 16. | Модель RealNVP, слои связи, пример реализации модели RealNVP в Keras, обучение, генерация изображения и анализ. | УК-1.3.1,<br>ПК-3.B.1<br>ПК-3.3.1<br>ПК-1.Y.1 |
| 17. | Альтернативные модели нормализующих потоков: GLOW и FFJORD.                                                     | УК-1.3.1,<br>ПК-3.B.1                         |

Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета представлены в таблице 16.

Таблица 16 – Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета

| № п/п | Перечень вопросов (задач) для зачета / дифф. зачета                                                                                                                                                     | Код индикатора                                |
|-------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| 1.    | Глубокие модели на основе энергии (EBM). Функция оценки энергии; выборка наблюдений с помощью динамики Ланжевена; обучение EBM с контрастивной дивергенцией.                                            | УК-1.3.1,<br>ПК-3.B.1                         |
| 2.    | Реализация EBM с помощью Keras/Tensorflow, обучение. генерация изображений и анализ.                                                                                                                    | УК-1.3.1,<br>ПК-3.B.1<br>ПК-3.3.1<br>ПК-1.Y.1 |
| 3.    | Глубокие модели диффузии: модель и основные принципы работы; процесс прямой диффузии; трюк с перепараметризацией; режимы диффузии; процесс обратной диффузии                                            | УК-1.3.1,<br>ПК-3.B.1                         |
| 4.    | Модель U-Net: архитектура, синусоидальное представление, ResidualBlock, Слои DownBlock и UpBlock, обучение.                                                                                             | УК-1.3.1,<br>ПК-3.B.1                         |
| 5.    | Реализация U-Net с помощью Keras/Tensorflow, обучение. генерация изображений и анализ.                                                                                                                  | УК-1.3.1,<br>ПК-3.B.1<br>ПК-3.3.1<br>ПК-1.Y.1 |
| 6.    | Глубокие модели трансформеров: внутреннее внимание, обобщенное внутреннее внимание, многоголовое внимание; архитектура полного трансформера как комбинация кодировщика/декодировщика и принципы работы. | УК-1.3.1,<br>ПК-3.B.1                         |
| 7.    | Архитектуры кодировщика, декодировщика трансформера, обучение; позиционное кодирование.                                                                                                                 | УК-1.3.1,<br>ПК-3.B.1                         |
| 8.    | Реализация модели трансформера (GPT) с помощью Keras/Tensorflow, обучение, генерация текстовых данных.                                                                                                  | УК-1.3.1,<br>ПК-3.B.1<br>ПК-3.3.1<br>ПК-1.Y.1 |
| 9.    | Модель трансформера T5.                                                                                                                                                                                 | УК-1.3.1,<br>ПК-3.B.1                         |
| 10.   | Языковые модели трансформеров GPT-3 и GPT-4 и сервис Chat GPT.                                                                                                                                          | УК-1.3.1,<br>ПК-3.B.1                         |
| 11.   | Языковая модель и сервис DeepSeek.                                                                                                                                                                      | УК-1.3.1,<br>ПК-3.B.1                         |
| 12.   | Языковая модель и сервис Grok-3.                                                                                                                                                                        | УК-1.3.1,<br>ПК-3.B.1                         |

Перечень тем для выполнения курсового проекта/ курсовой работы представлены в таблице 17.

Таблица 17 – Перечень тем для выполнения курсового проекта / курсовой работы

| № п/п | Примерный перечень тем для выполнения курсового проекта/ курсовой работы |
|-------|--------------------------------------------------------------------------|
|-------|--------------------------------------------------------------------------|

|     |                                                                                                                                                                                                         |
|-----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.  | Разработать приложение на основе нейросетевой модели трансформера, которое классифицирует комментарии пользователей в соцсети и генерирует шаблоны ответов.                                             |
| 2.  | Разработать приложение, которое классифицирует комментарии пользователей в соцсети на основе гибридной нейросетевой модели и генерирует шаблоны ответов с помощью модели трансформера.                  |
| 3.  | Разработать приложение на основе нейросетевой модели трансформера, которое выполняет суммаризацию исходной текстовой информации.                                                                        |
| 4.  | Разработать приложение на основе дообучения генеративных предобученных больших языковых моделей (LLM), которое выполняет суммаризацию исходной текстовой информации.                                    |
| 5.  | Создание генеративной языковой модели для генерации текстов заданного стиля.                                                                                                                            |
| 6.  | Разработать приложение генерации изображений заданной тематики (медицинских, инженерных и т.п.) на основе различных генеративных моделей (GAN, EBM, моделей нормализующих потоков, диффузионных сетей). |
| 7.  | Разработать приложение, которое будет генерировать аннотации к исходным изображениям на основе глубоких генеративных моделей.                                                                           |
| 8.  | Разработка глубоких генеративных моделей, которые могут автоматически генерировать текстуры для использования в 2D или 3D-дизайне.                                                                      |
| 9.  | Разработка глубоких генеративных моделей для генерации синтетических обучающих датасетов типа многомерных рядов данных на примере реальных данных.                                                      |
| 10. | Разработка глубоких генеративных моделей для генерации синтетических обучающих датасетов изображений заданной тематики на примере реальных данных.                                                      |
| 11. | Разработка глубоких генеративных моделей для генерации синтетических обучающих датасетов текстовых данных заданной тематики на примере реальных данных.                                                 |
| 12. | Исследование подходов к созданию интерактивных генеративных сред для VR.                                                                                                                                |
| 13. | Разработка глубоких генеративных моделей для создания персонажей в интерактивных генеративных средах для VR.                                                                                            |
| 14. | Разработка глубоких генеративных моделей для создания сцен в интерактивных генеративных средах для VR.                                                                                                  |
| 15. | Разработка глубоких генеративных моделей, позволяющих генерировать сюжетное повествование на основе исходного изображения.                                                                              |
| 16. | Разработка глубоких генеративных моделей, позволяющих генерировать иллюстрацию-изображение на основе исходного текста.                                                                                  |
| 17. | Разработка глубоких генеративных моделей для построения траектории движения автономного транспортного средства.                                                                                         |

Вопросы для проведения промежуточной аттестации в виде тестирования представлены в таблице 18.

Таблица 18 – Примерный перечень вопросов для тестов

| № п/п | Примерный перечень вопросов для тестов                        | Код индикатора |
|-------|---------------------------------------------------------------|----------------|
| 1.    | Инструкция: Прочитайте вопрос, выберите один правильный ответ | УК-1.3.1,      |

|    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                   |                    |   |              |   |              |   |               |   |              |   |                    |                                               |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|--------------------|---|--------------|---|--------------|---|---------------|---|--------------|---|--------------------|-----------------------------------------------|
|    | и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа<br>Вопрос: Какой из приведенных типов моделей генеративного глубокого обучения состоит из двух частей, которые называются генератор и дискриминатор?:<br>1. Модель трансформера<br>2. Модель RealNVP<br>3. Модель глубокой генеративно-состязательной сети (GAN)<br>4. Модель U-Net                                                                                                                                                 | ПК-3.В.1<br>ПК-3.3.1              |                    |   |              |   |              |   |               |   |              |   |                    |                                               |
| 2. | Инструкция: Прочитайте вопрос, выберите один правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа<br>Вопрос: Какие из приведенных нейросетевых моделей используют процесс добавления и последующего удаления шума для генерации новых данных?:<br>1. Вариационный автокодировщик (VAE)<br>2. Рекуррентная нейронная сеть (RNN)<br>3. Диффузионная нейронная сеть (Diffusion Model)<br>4. Полносвязная нейронная сеть                                                    | УК-1.3.1,<br>ПК-3.В.1<br>ПК-3.3.1 |                    |   |              |   |              |   |               |   |              |   |                    |                                               |
| 3. | Инструкция: Прочитайте вопрос, выберите правильные варианты ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов<br>Вопрос: Какие из перечисленных семейств моделей относятся к моделям с явно выраженной функцией плотности (Explicit Density Models)?:<br>1. Вариационный автокодировщик<br>2. DCGAN<br>3. Глубокая сверточная классификационная модель<br>4. Модель EBM                                                                                                       | УК-1.3.1,<br>ПК-3.В.1             |                    |   |              |   |              |   |               |   |              |   |                    |                                               |
| 4. | Инструкция: Прочитайте вопрос, выберите правильные варианты ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов<br>Вопрос: Какие из следующих моделей глубокого обучения применяется для генерации новых изображений?:<br>1. Вариационные автокодировщики (VAE)<br>2. Генеративно-состязательные сети (GAN)<br>3. Модели нормализующих потоков (Normalizing Flows)<br>4. Глубокие модели на основе энергии (EBM)                                                                | УК-1.3.1,<br>ПК-3.В.1             |                    |   |              |   |              |   |               |   |              |   |                    |                                               |
| 5. | Инструкция: Прочитайте задание установите соответствие.<br>Вопрос: Установите соответствие между моделями глубоких генеративных моделей в столбце слева и терминами, в том числе пакета Keras/Tensorflow языка Python, в столбце справа:<br><table><tr><td>A</td><td>Модель EBM</td><td>1</td><td>Conv2D + GAN</td></tr><tr><td>B</td><td>Модель DCGAN</td><td>2</td><td>ResidualBlock</td></tr><tr><td>C</td><td>Модель U-Net</td><td>3</td><td>MultiHeadAttention</td></tr></table> | A                                 | Модель EBM         | 1 | Conv2D + GAN | B | Модель DCGAN | 2 | ResidualBlock | C | Модель U-Net | 3 | MultiHeadAttention | УК-1.3.1,<br>ПК-3.В.1<br>ПК-3.3.1<br>ПК-1.У.1 |
| A  | Модель EBM                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 1                                 | Conv2D + GAN       |   |              |   |              |   |               |   |              |   |                    |                                               |
| B  | Модель DCGAN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 2                                 | ResidualBlock      |   |              |   |              |   |               |   |              |   |                    |                                               |
| C  | Модель U-Net                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 3                                 | MultiHeadAttention |   |              |   |              |   |               |   |              |   |                    |                                               |

|    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                   |                                       |   |                           |   |                |   |                                       |   |                            |   |                |   |             |   |                                      |                                               |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------|---|---------------------------|---|----------------|---|---------------------------------------|---|----------------------------|---|----------------|---|-------------|---|--------------------------------------|-----------------------------------------------|
|    | <table><tr><td>D</td><td>Модель GPT</td><td>4</td><td>Слой связи</td></tr><tr><td>E</td><td>Модель RealNVP</td><td>5</td><td>Обучение с контрастивной дивергенцией</td></tr></table>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | D                                 | Модель GPT                            | 4 | Слой связи                | E | Модель RealNVP | 5 | Обучение с контрастивной дивергенцией |   |                            |   |                |   |             |   |                                      |                                               |
| D  | Модель GPT                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 4                                 | Слой связи                            |   |                           |   |                |   |                                       |   |                            |   |                |   |             |   |                                      |                                               |
| E  | Модель RealNVP                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 5                                 | Обучение с контрастивной дивергенцией |   |                           |   |                |   |                                       |   |                            |   |                |   |             |   |                                      |                                               |
| 6. | <p>Инструкция: Прочитайте задание установите соответствие.<br/>Вопрос: Установите соответствие между типами моделей в левом столбце и специфическими для них терминами (включая компоненты Keras/TensorFlow) в правом столбце::</p> <table><tr><td>A</td><td>Вариационный автокодировщик (VAE)</td><td>1</td><td>Процесс обратной диффузии</td></tr><tr><td>B</td><td>Модель WGAN-GP</td><td>2</td><td>Трюк с перепараметризацией</td></tr><tr><td>C</td><td>Диффузионная модель (DDPM)</td><td>3</td><td>Слой Embedding</td></tr><tr><td>D</td><td>Модель LSTM</td><td>4</td><td>Штраф за градиент (Gradient Penalty)</td></tr></table> | A                                 | Вариационный автокодировщик (VAE)     | 1 | Процесс обратной диффузии | B | Модель WGAN-GP | 2 | Трюк с перепараметризацией            | C | Диффузионная модель (DDPM) | 3 | Слой Embedding | D | Модель LSTM | 4 | Штраф за градиент (Gradient Penalty) | УК-1.3.1,<br>ПК-3.В.1<br>ПК-3.3.1<br>ПК-1.У.1 |
| A  | Вариационный автокодировщик (VAE)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 1                                 | Процесс обратной диффузии             |   |                           |   |                |   |                                       |   |                            |   |                |   |             |   |                                      |                                               |
| B  | Модель WGAN-GP                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 2                                 | Трюк с перепараметризацией            |   |                           |   |                |   |                                       |   |                            |   |                |   |             |   |                                      |                                               |
| C  | Диффузионная модель (DDPM)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 3                                 | Слой Embedding                        |   |                           |   |                |   |                                       |   |                            |   |                |   |             |   |                                      |                                               |
| D  | Модель LSTM                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 4                                 | Штраф за градиент (Gradient Penalty)  |   |                           |   |                |   |                                       |   |                            |   |                |   |             |   |                                      |                                               |
| 7. | <p>Инструкция: Прочитайте задание и запишите соответствующую последовательность номеров ответов слева направо.<br/>Вопрос: Запишите этапы процесса генерации изображения с использованием модели GAN в порядке выполнения:</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Обучение дискриминатора</li><li>2. Генерация шума</li><li>3. Обучение генератора (обучение GAN с заморозкой дискриминатора)</li><li>4. Генерация изображения</li></ol>                                                                                                                                                                                           | УК-1.3.1,<br>ПК-3.В.1<br>ПК-3.3.1 |                                       |   |                           |   |                |   |                                       |   |                            |   |                |   |             |   |                                      |                                               |
| 8. | <p>Инструкция: Прочитайте задание и запишите соответствующую последовательность номеров ответов слева направо.<br/>Вопрос: Запишите этапы процесса обратной диффузии (выборки/семплирования) в диффузионной модели в порядке их выполнения:</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Итеративное удаление части предсказанного шума (переход к менее зашумленному состоянию)</li><li>2. Получение окончательного реалистичного изображения после завершения всех временных шагов</li><li>3. Генерация чистого случайного гауссова шума</li><li>4. Прогнозирование шума, добавленного к изображению, с</li></ol>                      | УК-1.3.1,<br>ПК-3.В.1<br>ПК-3.3.1 |                                       |   |                           |   |                |   |                                       |   |                            |   |                |   |             |   |                                      |                                               |



|     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                               |
|-----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|
|     | помощью сети U-Net                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                               |
| 9.  | <p>Вы разрабатываете генеративную сеть для создания изображений рукописных цифр от 0 до 9.</p> <p>5.1. Сколько выходных нейронов должно быть в финальном слое генеративной модели, если вы используете полносвязный слой для генерации изображений размером 28x28 пикселей?</p> <p>5.2. Какую активационную функцию возможно использовать в выходном слое генеративной модели для обеспечения генерации изображений, которые подходят для дальнейшего использования в классификации?</p> <p>5.3. Какой тип нейросетевых слоев вы бы выбрали для реализации генеративной модели в случае решения задачи с помощью генеративной состязательной сети (GAN) или вариационного автокодировщика (VAE), чтобы эффективно генерировать новые изображения рукописных цифр?</p> | УК-1.3.1,<br>ПК-3.В.1<br>ПК-3.3.1<br>ПК-1.У.1 |
| 10. | Какой слой или комбинации слоев в архитектуре генератора DCGAN или декодера VAE используется для постепенного увеличения пространственных размеров тензора (например, с 4x4 до 8x8 и далее до 32x32) при одновременном уменьшении количества каналов? Приведите все возможные способы и аргументируйте ответ.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | УК-1.3.1,<br>ПК-3.В.1<br>ПК-3.3.1<br>ПК-1.У.1 |

Перечень тем контрольных работ по дисциплине обучающихся заочной формы обучения, представлены в таблице 19.

Таблица 19 – Перечень контрольных работ

| № п/п | Перечень контрольных работ                                    |
|-------|---------------------------------------------------------------|
| 1     | Генерирование данных с помощью моделей генеративного обучения |

10.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания индикаторов, характеризующих этапы формирования компетенций, содержатся в локальных нормативных актах ГУАП, регламентирующих порядок и процедуру проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ГУАП.

#### 11. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

11.1. Методические указания для обучающихся по освоению лекционного материала.

Основное назначение лекционного материала – логически стройное, системное, глубокое и ясное изложение учебного материала. Назначение современной лекции в рамках дисциплины не в том, чтобы получить всю информацию по теме, а в освоении фундаментальных проблем дисциплины, методов научного познания, новейших достижений научной мысли. В учебном процессе лекция выполняет методологическую, организационную и информационную функции. Лекция раскрывает понятийный аппарат конкретной области знания, её проблемы, дает цельное представление о дисциплине, показывает взаимосвязь с другими дисциплинами.

Планируемые результаты при освоении обучающимися лекционного материала:

- получение современных, целостных, взаимосвязанных знаний, уровень которых определяется целевой установкой к каждой конкретной теме;
- получение опыта творческой работы совместно с преподавателем;
- развитие профессионально-деловых качеств, любви к предмету и самостоятельного творческого мышления.
- появление необходимого интереса, необходимого для самостоятельной работы;
- получение знаний о современном уровне развития науки и техники и о прогнозе их развития на ближайшие годы;
- научиться методически обрабатывать материал (выделять главные мысли и положения, приходить к конкретным выводам, повторять их в различных формулировках);
- получение точного понимания всех необходимых терминов и понятий.

Лекционный материал может сопровождаться демонстрацией слайдов и использованием раздаточного материала при проведении коротких дискуссий об особенностях применения отдельных тематик по дисциплине.

#### Структура предоставления лекционного материала:

Раздел 1. Генеративное моделирование: ключевые различия между генеративными и дискриминативными моделями; основные свойства генеративных моделей; основные понятия теории вероятностей, лежащие в основе генеративных моделей; различные семейства генеративных моделей.

Раздел 2. Вариационные автокодировщики: модель и принципы работы вариационного автокодировщика; пример реализации в Keras; генерация изображений вариационным автокодировщиком, арифметика скрытого пространства.

Раздел 3. Генеративно-состязательные сети (GAN): модель, принципы работы и обучение GAN; модель глубокой сверточной GAN – DCGAN, реализация с помощью Keras и генерация изображений, проблемы обучения DCGAN; архитектура Wasserstein GAN (WGAN), функция потерь Вассерштейна, ограничение Липшица и его реализация, решение проблем обучения DCGAN с помощью WGAN; улучшение архитектуры WGAN с помощью функции потерь со штрафом за градиент – модель WGAN-GP, обучение и анализ модели, реализация с помощью Keras и генерация изображений; условные генеративно-состязательные сети, архитектура CGAN, обучение и анализ модели, реализация с помощью Keras и генерация изображений.

Раздел 4. Модели нормализующих потоков: нормализующие потоки; уравнение замены переменных; определитель якобиана, играет жизненно важную роль в вычислении явной функции плотности, слои связи; обратимая нейронная сеть, архитектура и принципы работы; модель RealNVP, анализ и обучение; модели расширения модели RealNVP: GLOW и FFJORD. Реализация с помощью Keras/Tensorflow и генерация изображений/

Раздел 5. Глубокие модели на основе энергии (Energy-Based Model – EBM): функция оценки энергии; выборка наблюдений с помощью динамики Ланжевена; обучение EBM с контрастивной дивергенцией; анализ модели EBM.

Реализация с помощью Keras/Tensorflow и генерация изображений

Раздел 6. Глубокие модели диффузии: архитектура и основные принципы работы; процесс прямой диффузии; трюк с перепараметризацией; режимы диффузии; процесс обратной диффузии; модель удаления шума U-Net; обучение диффузионной модели; Выборка из диффузионной модели удаления шума; анализ модели. Реализация с помощью Keras/Tensorflow и генерация изображений.

Раздел 7. Глубокие модели трансформеров: внутреннее внимание, обобщенное внутреннее внимание, многоголовое внимание; архитектура полного трансформера как комбинация кодировщика/декодировщика и принципы работы; архитектуры кодировщика, декодировщика, обучение; позиционное кодирование. Создание и реализация модели GPT (Generative Pretrained Transformer) с помощью Keras/Tensorflow, обучение модели и ее

анализ, задача генерации текста. Модели трансформеров: T5, GPT-3 и GPT-4, ChatGPT, DeepSeek, Grok-3.

11.2. Методические указания для обучающихся по участию в семинарах  
Не предусмотрено учебным планом по данной дисциплине.

11.3. Методические указания для обучающихся по прохождению практических занятий

Практическое занятие является одной из основных форм организации учебного процесса, заключающаяся в выполнении обучающимися под руководством преподавателя комплекса учебных заданий с целью усвоения научно-теоретических основ учебной дисциплины, приобретения умений и навыков, опыта творческой деятельности.

Целью практического занятия для обучающегося является привитие обучающимся умений и навыков практической деятельности по изучаемой дисциплине.

Планируемые результаты при освоении обучающимся практических занятий:

- закрепление, углубление, расширение и детализация знаний при решении конкретных задач;
- развитие познавательных способностей, самостоятельности мышления, творческой активности;
- овладение новыми методами и методиками изучения конкретной учебной дисциплины;
- выработка способности логического осмысления полученных знаний для выполнения заданий;
- обеспечение рационального сочетания коллективной и индивидуальной форм обучения.

#### Требования к проведению практических занятий

1. Решение задачи генеративного моделирования на основе моделей вариационных автокодировщиков.
2. Решение задачи генеративного моделирования на основе моделей генеративно-состязательных сетей.
3. Решение задачи генеративного моделирования на основе модели нормализующих потоков.
4. Решение задачи генеративного моделирования на основе глубоких моделей на основе энергии.
5. Решение задачи генеративного моделирования на основе глубоких моделей диффузии.
6. Решение задачи генеративного моделирования на основе глубоких моделей трансформеров.

11.4. Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных работ

В ходе выполнения лабораторных работ обучающийся должен углубить и закрепить знания, практические навыки, овладеть современной методикой и техникой эксперимента в соответствии с квалификационной характеристикой обучающегося. Выполнение лабораторных работ состоит из экспериментально-практической, расчетно-аналитической частей и контрольных мероприятий.

Выполнение лабораторных работ обучающимся является неотъемлемой частью изучения дисциплины, определяемой учебным планом, и относится к средствам, обеспечивающим решение следующих основных задач обучающегося:

- приобретение навыков исследования процессов, явлений и объектов, изучаемых в рамках данной дисциплины;

- закрепление, развитие и детализация теоретических знаний, полученных на лекциях;
- получение новой информации по изучаемой дисциплине;
- приобретение навыков самостоятельной работы с лабораторным оборудованием и приборами.

#### Задание и требования к проведению лабораторных работ

Задание на выполнение лабораторных работ включает формулировку задачи интеллектуального анализа и обработки данных, указание предметной области данных, для которой студент разрабатывает программно-информационную систему интеллектуального анализа и обработки данных на основе методологии генеративного обучения. В создаваемой программно-информационной системе студент разрабатывает соответствующую изучаемому разделу модель генеративного обучения и ее программную реализацию для решения поставленной задачи. Студент проводит анализ и оценку качества разработанного решения с помощью соответствующих метрик и методов.

#### Структура и форма отчета о лабораторной работе

Отчет о выполнении лабораторной работы должен быть представлен в электронном виде в файле, подготовленном в текстовом редакторе, в соответствии с правилами [http://guap.ru/guap/standart/titl\\_main.shtml](http://guap.ru/guap/standart/titl_main.shtml).

<http://lms.guap.ru/course/view.php?id=4306>

#### Требования к оформлению отчета о лабораторной работе

##### **Содержание отчета**

1. Титульный лист.
2. Индивидуальное задание по варианту.
3. Краткие теоретические сведения.
4. Программа на Python, реализующая разработанную модель генеративного обучения, и результаты выполнения индивидуального задания с комментариями.
5. Оценка и анализ качества разработанной модели генеративного обучения с графиками, данными и другими иллюстрациями, и выводами.
6. Ответ на контрольный вопрос по варианту (номер контрольного вопроса совпадает с номером варианта).

В электронном виде должен быть приложен файл Jupyter Notebook с программой и результатами ее работы.

#### 11.5. Методические указания для обучающихся по выполнению курсовой работы

Курсовая работа проводится с целью формирования у обучающихся опыта комплексного решения конкретных задач профессиональной деятельности.

Курсовая работа позволяет обучающемуся:

- систематизировать и закрепить полученные теоретические знания и практические умения по профессиональным учебным дисциплинам и модулям в соответствии с требованиями к уровню подготовки, установленными программой учебной дисциплины, программой подготовки специалиста соответствующего уровня, квалификации;
- применить полученные знания, умения и практический опыт при решении комплексных задач, в соответствии с основными видами профессиональной деятельности по направлению/ специальности/ программе;
- углубить теоретические знания в соответствии с заданной темой;
- сформировать умения применять теоретические знания при решении нестандартных задач;

- приобрести опыт аналитической, расчётной, конструкторской работы и сформировать соответствующие умения;
- сформировать умения работы со специальной литературой, справочной, нормативной и правовой документацией и иными информационными источниками;
- сформировать умения формулировать логически обоснованные выводы, предложения и рекомендации по результатам выполнения работы;
- развить профессиональную письменную и устную речь обучающегося;
- развить системное мышление, творческую инициативу, самостоятельность, организованность и ответственность за принимаемые решения;
- сформировать навыки планомерной регулярной работы над решением поставленных задач.

#### Структура пояснительной записки курсовой работы

Таблица 20 – Примерная структура пояснительной записки к курсовому проекту

| Раздел                                                                                   | Содержание                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. Описание предметной области                                                           | Постановка задачи, которая будет решаться на основе интеллектуального анализа и обработки данных, методологии генеративного обучения.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 2. Выбор и описание данных для анализа                                                   | Формирование и описание обучающей, при необходимости валидационной и тестовой выборок данных. При необходимости предобработка, очистка или дополнение данных, подготовка для решаемой задачи анализа.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 3. Модель глубокого обучения для выполнения интеллектуального анализа и обработки данных | Выбор в соответствии с вариантом модели генеративного обучения и ее представление на формальном и описательном уровнях.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 4. Определение параметров и гиперпараметров модели машинного обучения.                   | Выбор в соответствии с вариантом и типом модели значений параметров и гиперпараметров модели. Экспериментальное или аналитическое обоснование.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 5. Выбор метрик и методов оценки разработанной модели машинного обучения                 | Выбор в соответствии с вариантом, типом модели и поставленной прикладной задачей выбор метрик и методов оценки разработанной модели генеративного обучения типа и реализующей ее программы.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 6. Процесс обучения                                                                      | Вывод соответствующих графиков или диаграмм метрик качества модели генеративного обучения.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 7. Результат                                                                             | Вывод значений метрик качества модели генеративного обучения для обучающей, при необходимости валидационной и тестовой выборок в виде графиков, диаграмм, таблиц экспериментальных данных. Проведение и представление результатов сравнительного анализа для разных значений параметров и гиперпараметров модели генеративного обучения. Проведение и представление результатов сравнительного анализа разработанной модели генеративного обучения с известными решениями генеративного обучения для поставленной задачи анализа. Выводы. |

#### Требования к оформлению пояснительной записки курсовой работы

Пояснительная записка к курсовому проекту оформляется в соответствии с требованиями ГОСТ 7.32-2001 и ГОСТ 2.105-95.

Пояснительная записка к курсовому проекту должна быть представлена в электронном виде в файле, подготовленном в текстовом редакторе, в соответствии с правилами [http://guap.ru/guap/standart/titl\\_main.shtml](http://guap.ru/guap/standart/titl_main.shtml).

<http://lms.guap.ru/course/view.php?id=4306>

Методические указания по выполнению курсовой работы:

[электронный ресурс кафедры №43 в локальной сети кафедры], путь

\\dcbm\Методическое обеспечение кафедры 43\ Информатика\ фак\_№3\2\_семестр\ Методичка по курсовой работе.pdf.

11.6. Методические указания для обучающихся по прохождению самостоятельной работы

В ходе выполнения самостоятельной работы, обучающийся выполняет работу по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

Для обучающихся по заочной форме обучения выполнение контрольных работ является элементом текущего контроля успеваемости и самостоятельной работы.

В процессе выполнения самостоятельной работы у обучающегося формируется целесообразное планирование рабочего времени, которое позволяет ему развивать умения и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивает высокий уровень успеваемости в период обучения, помогает получить навыки повышения профессионального уровня.

Методическими материалами, направляющими самостоятельную работу обучающихся являются:

- учебно-методический материал по дисциплине;
- методические указания по выполнению контрольных работ (для обучающихся по заочной форме обучения).

11.7. Методические указания для обучающихся по прохождению текущего контроля успеваемости.

Текущий контроль успеваемости предусматривает контроль качества знаний обучающихся, осуществляемого в течение семестра с целью оценивания хода освоения дисциплины.

В течение семестра текущий контроль заключается в защите лабораторных и контрольных работ, в проведении опросов в процессе защиты работ по соответствующим разделам лекционного материала с целью проверки усвоения теоретического материала, защите курсовой работы. Оценивание выполняется по 5-балльной шкале.

11.8. Методические указания для обучающихся по прохождению промежуточной аттестации.

Промежуточная аттестация обучающихся предусматривает оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине. Она включает в себя:

- экзамен – форма оценки знаний, полученных обучающимся в процессе изучения всей дисциплины или ее части, навыков самостоятельной работы, способности применять их для решения практических задач. Экзамен, как правило, проводится в период экзаменационной сессии и завершается аттестационной оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».
- зачет – это форма оценки знаний, полученных обучающимся в ходе изучения учебной дисциплины в целом или промежуточная (по окончании семестра) оценка знаний обучающимся по отдельным разделам дисциплины с аттестационной оценкой «зачтено» или «не зачтено».

Система оценок при проведении промежуточной аттестации осуществляется в соответствии с требованиями Положений «О текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов ГУАП, обучающихся по программам высшего образования» и «О модульно-рейтинговой системе оценки качества учебной работы студентов в ГУАП».

Лист внесения изменений в рабочую программу дисциплины

| Дата внесения изменений и дополнений.<br>Подпись внесшего изменения | Содержание изменений и дополнений | Дата и № протокола заседания кафедры | Подпись зав. кафедрой |
|---------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------|-----------------------|
|                                                                     |                                   |                                      |                       |
|                                                                     |                                   |                                      |                       |
|                                                                     |                                   |                                      |                       |
|                                                                     |                                   |                                      |                       |
|                                                                     |                                   |                                      |                       |