Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Министерства здравоохранения Российской Федерации
Передовая медицинская инженерная школа

«СОГЛАСОВАНО»

УМО ИПО
протокол № 3 от 05 апреля 2023

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по профессиональному образованию и межрегиональному взаимодействию, директор ИПО, д.м.н., MBA

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 01D6DE50A1FB76D000020DB604FA0002
Владелец: Палевская Светлана Александровна
Действителен: с 30.12.2020 до 28.02.2025

Дополнительная профессиональная программа повышения квалификации инженеров по специальности руководитель проектов в области искусственного интеллекта (AI PM) «Управление проектами с помощью искусственного интеллекта» со сроком освоения 144 часа (форма обучения очно-заочная)

Программа рассмотрена и утверждена на заседании Передовой медицинской инженерной школы
(протокол № 1 от 15 февраля 2023 г.)
Директор ПИШ, д.т.н., профессор Иващенко А.В.

Самара, 2023

Разработчики:
Иващенко Антон Владимирович – доктор технических наук, профессор, директор передовой медицинской инженерной школы
Палевская Светлана Александровна – доктор медицинских наук, MBA, проректор по профессиональному образованию и межрегиональному взаимодействию – директор ИПО
Куликовских Илона Марковна – доктор технических наук, профессор передовой медицинской инженерной школы

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ «УПРАВЛЕНИЕ ПРОЕКТАМИ С ПОМОЩЬЮ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА»

Дополнительная профессиональная программа повышения квалификации «Управление проектами с помощью искусственного интеллекта» (далее – программа) разработана на основе ФГОС ВО по направлению подготовки 09.04.01 Информатика и вычислительная техника (уровень магистратуры), утвержденного приказом Минобрнауки России от 19 сентября 2017 г. № 918, а также профессионального стандарта «Руководитель разработки программного обеспечения» утвержденного приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 22 июля 2022 г. № 423н.

I. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Цель Программы: подготовка инженерных кадров, способных решать задачи разработки новых моделей нейронных сетей, формирования обучающих выборок, адаптации и внедрения элементов искусственного интеллекта в прикладных решениях; задачи разработки систем диагностики на основе анализа больших данных и искусственного интеллекта.

Направленность Программы: совершенствование, повышение профессионального уровня в рамках имеющейся квалификации, а также качественное изменение профессиональных компетенций в области информационных технологий; обучение навыкам разработки программного обеспечения на основе анализа больших данных и искусственного интеллекта для реализации проектов по цифровой трансформации здравоохранения.

Задачи Программы:

- Обновление существующих теоретических знаний, методик и изучение передового практического опыта в области применения современных информационных технологий, технологий искусственного интеллекта и робототехники в медицинских задачах.
- Усвоение и закрепление на практике профессиональных знаний, умений и навыков, обеспечивающих совершенствование профессиональных компетенций по вопросам разработки программного обеспечения на основе анализа больших данных и искусственного интеллекта для реализации проектов по цифровой трансформации.

Трудоемкость освоения: 144 академических часов.
Форма обучения: очно-заочная
Категория обучающихся:
К обучению по программе повышения квалификации допускаются лица, получившие высшее образование лица, освоившие основную образовательную программу бакалавриата, специалитета, а также магистратуры по инженерным специальностям.

Основными компонентами Программы являются:

- цель программы;
- планируемые результаты обучения;
- учебный план;
- требования к итоговой аттестации обучающихся;
- календарный учебный график;
- организационно-педагогические условия реализации Программы;
- оценочные материалы и иные компоненты.

Содержание Программы построено в соответствии с модульным принципом, структурными единицами модуля являются разделы. Каждый раздел дисциплины подразделяется на темы, каждая тема - на элементы, каждый элемент - на подэлементы. Для удобства пользования программой в учебном процессе каждая его структурная единица кодируется. На первом месте ставится код раздела дисциплины (например, 1), на втором - код темы (например, 1.1), далее - код элемента (например, 1.1.1), затем – код подэлемента (например, 1.1.1.1). Кодировка вносит определенный порядок в перечень вопросов, содержащихся в программе, что, в свою очередь, позволяет кодировать контрольно-измерительные (тестовые) материалы в учебно-методическом комплексе (далее - УМК).

Учебный план определяет состав изучаемых дисциплин с указанием их трудоемкости, объема, последовательности и сроков изучения, устанавливает формы организации учебного процесса и их соотношение (лекции, лабораторные и практические занятия), конкретизирует формы контроля знаний и умений обучающихся.

Результаты обучения: в программу включены планируемые результаты обучения. Планируемые результаты обучения направлены на совершенствование профессиональных компетенций, профессиональных знаний, умений, навыков в области применения современных информационных технологий, технологий искусственного интеллекта и робототехники. В планируемых результатах отражается преемственность с профессиональным стандартом «Руководитель разработки программного обеспечения».

В Программе содержатся требования к аттестации обучающихся. Итоговая аттестация по Программе осуществляется посредством проведения зачета и выявляет теоретическую и практическую подготовку слушателя в соответствии с целями и содержанием программы.

Организационно-педагогические условия реализации программы.

Условия реализации Программы включают:

а) учебно-методическую документацию и материалы по всем разделам (модулям) курса;

б) учебно-методическую литературу для внеаудиторной работы обучающихся;

в) материально-технические базы, обеспечивающие организацию всех видов дисциплинарной подготовки:

- учебные аудитории, оснащенные материалами и оборудованием для проведения учебного процесса;
- базы практик в медицинских и научных организациях;

в) кадровое обеспечение реализации Программы соответствует требованиям штатного расписания Передовой медицинской инженерной школы, реализующей дополнительные профессиональные программы;

г) законодательство Российской Федерации.

Дополнительная профессиональная программа повышения квалификации по теме

«Управление проектами с помощью искусственного интеллекта» может реализовываться полностью или частично в форме стажировки. Стажировка осуществляется в целях изучения передового опыта, а также закрепления теоретических знаний, полученных при освоении программы повышения квалификации, и приобретения практических навыков и умений для их эффективного использования при исполнении своих должностных обязанностей.

II. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ СЛУШАТЕЛЕЙ, УСПЕШНО ОСВОИВШИХ ПРОГРАММУ

Результаты обучения по Программе направлены на совершенствование компетенций, приобретенных в рамках полученного ранее профессионального образования на основе Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования по инженерным специальностям в рамках имеющейся квалификации, качественное изменение которых осуществляется в результате обучения.

Характеристика профессиональных компетенций подлежащих совершенствованию в результате освоения Программы

В результате освоения программы слушатель совершенствует следующую профессиональную компетенцию:

- Способен участвовать в процессе создания систем искусственного интеллекта, на различных этапах жизненного цикла в качестве эксперта и ключевого пользователя (ПК-2).

Трудовые действия (функции) руководителя разработки программного обеспечения

Трудовая функция (профессиональная компетенция)	Трудовые действия	Необходимые умения	Необходимые знания
Обобщенная трудовая функция: организация процессов разработки компьютерного программного обеспечения			
B/01.7 Управление проектированием компьютерного программного обеспечения	Анализ архитектуры компьютерного программного обеспечения и ее согласование с заинтересованными сторонами Распределение заданий на проектирование компьютерного программного обеспечения, структуры базы данных, программных интерфейсов Оценка качества проектирования компьютерного программного обеспечения, структуры базы данных, программных	Применять принципы построения архитектуры компьютерного программного обеспечения и виды архитектуры программного обеспечения Применять методологии и средства проектирования компьютерного программного обеспечения Применять методы и средства проектирования баз данных Применять методы и средства проектирования программных интерфейсов Применять основные принципы и методы управления персоналом Применять методологию функциональной стандартизации для	Принципы построения архитектуры компьютерного программного обеспечения и виды архитектуры программного обеспечения Методологии и средства проектирования компьютерного программного обеспечения Методы и средства проектирования баз данных Методы и средства проектирования программных интерфейсов Методы принятия управленческих решений Основные принципы и

	интерфейсов Принятие управленческих решений по результатам проектирования компьютерного программного обеспечения, структуры базы данных, программных интерфейсов	открытых систем Применять методы принятия управленческих решений Применять нормативно-технические документы (стандарты и регламенты) по процессу разработки архитектуры компьютерного программного обеспечения Осуществлять рабочие коммуникации с подразделениями организации и заинтересованными сторонами в рамках процесса проектирования компьютерного программного обеспечения, структуры базы данных, программных интерфейсов	методы управления персоналом Методология функциональной стандартизации для открытых систем Технологии межличностной и групповой коммуникации в деловом взаимодействии, основы конфликтологии

Перечень знаний, умений и навыков, обеспечивающих совершенствование профессиональных компетенций

По окончании обучения слушатель должен знать:

- принципы построения архитектуры компьютерного программного обеспечения и виды архитектуры программного обеспечения
- методологии и средства проектирования компьютерного программного обеспечения
- методы и средства проектирования баз данных
- методы и средства проектирования программных интерфейсов

По окончании обучения слушатель должен уметь:

- применять принципы построения архитектуры компьютерного программного обеспечения и виды архитектуры программного обеспечения
- применять методологии и средства проектирования компьютерного программного обеспечения
- применять методы и средства проектирования баз данных
- применять методы и средства проектирования программных интерфейсов
- применять нормативно-технические документы (стандарты и регламенты) по процессу разработки архитектуры компьютерного программного обеспечения

По окончании обучения слушатель должен владеть:

- навыками анализа архитектуры компьютерного программного обеспечения;
- навыками распределения заданий на проектирование компьютерного программного обеспечения, структуры базы данных, программных интерфейсов;
- навыками оценки качества проектирования компьютерного программного обеспечения, структуры базы данных, программных интерфейсов;

Ш. РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

№	Наименование	Содержание раздела

раздела	раздела дисциплины	
1.	Технологии искусственного интеллекта на практике	Использование языка Python для анализа данных. Машинное обучение: задачи и методы. Нейронные сети: модели и архитектуры. Базы знаний: технологии анализа больших данных
2.	Управление проектами	Современные тенденции по управлению ИТ проектами. Планирование и мониторинг инновационных проектов. Организация междисциплинарных проектных команд. Современные подходы к управлению рисками. Организация разработки программного обеспечения и медицинской техники. Организация тестирования и управления качеством. Автоматизация управления проектами
3.	Проектно-технологическая практика	

IV. УЧЕБНЫЙ ПЛАН ПРОГРАММЫ

Цель: подготовка инженерных кадров, способных решать задачи разработки новых моделей нейронных сетей, формирования обучающих выборок, адаптации и внедрения элементов искусственного интеллекта в прикладных решениях; задачи разработки систем диагностики на основе анализа больших данных и искусственного интеллекта.

Категория обучающихся: получившие высшее образование лица, освоившие основную образовательную программу бакалавриата, специалитета, а также магистратуры по инженерным специальностям.

Трудоемкость обучения: 144 академических часов

Форма обучения: очно-заочная

№ п/п	Наименование раздела (модуля)	Всего часов	В том числе			Форма контроля
			Л	ПЗ	СР	
1.	Технологии искусственного интеллекта на практике	34,5	8	10	16	П/А 0,5
2.	Управление проектами	36,5	6	12	18	П/А 0,5
3.	Проектно-технологическая практика	72	-	-	72	
	Итоговая аттестация	1				Экзамен
	Всего:	144	14	22	106	2

* Л-лекции, ПЗ - практические занятия, СР – самостоятельная работа,
П/А - Промежуточная аттестация

Все лекционные и практические занятия проводятся в дистанционном формате: видеоконференция, вебинар с поддержкой он-лайн чата.

Самостоятельная работа подразумевает изучение электронных учебных материалов.

ДОТ и ЭО осуществляются на платформе Электронно-информационной образовательной среды СамГМУ https://samsmu.ru/edu/.

V. КАЛЕНДАРНЫЙ УЧЕБНЫЙ ГРАФИК

Сроки обучения: образовательный процесс по программе может осуществляться в течение всего года.

Трудоёмкость освоения: 144 (ак.ч.)

№ пп	Наименование раздела(модуля)	Учебные недели					
		1	2	3	4	5	6
1.	Технологии искусственного интеллекта на практике	Л(8) ПЗ(10) СР(16) П/А(0,5)					
2.	Управление проектами		Л(6) ПЗ(12) СР(18) П/А(0,5)				
5.	Проектно-технологическая практика			36(СР)	36(СР)		
	Итоговая аттестация:				1		
	Всего:	**34,5**	**36,5**	**36**	**37**		

VI. ОРГАНИЗАЦИОННО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ

Материально-техническое обеспечение, необходимое для организации всех видов дисциплинарной подготовки:

- учебно-методическую документацию и материалы по всем разделам (модулям) программы, в том числе в ЭИОС университета;
- учебно-методическую литературу для внеаудиторной работы обучающихся;
- материально-технические базы, обеспечивающие организацию всех видов дисциплинарной подготовки:
- учебные аудитории, оснащенные оборудованием для проведения учебного процесса;
- дистанционные и электронные ресурсы для самостоятельной подготовки обучающихся, в частности Электронно-информационная образовательная среда СамГМУ https://samsmu.ru/edu/.
- кадровое обеспечение: реализация Программы обеспечивается научно-педагогическими кадрами Университета систематически занимающихся научной и научно-методической деятельностью со стажем работы в системе высшего и/или дополнительного профессионального образования не менее 5 лет, допустимо привлечение к образовательному процессу высококвалифицированных специалистов ИТ-сферы и/или дополнительного профессионального образования в части, касающейся профессиональных компетенций в области руководства проектированием специализированного программного обеспечения в рамках цифровой трансформации сферы здравоохранения, с обязательным участием представителей профильных организаций-работодателей. Возможно привлечение региональных руководителей цифровой трансформации (отраслевых ведомственных и/или корпоративных) к проведению итоговой аттестации, привлечение работников организаций реального сектора экономики субъектов Российской Федерации.

Учебно-методическое и информационное обучение:

Основная литература

Электронные издания

№	Наименование издания
1.	Грекул, В. И. Методические основы управления ИТ- проектами / Грекул В. И. , Коровкина Н. Л. , Куприянов Ю. В. - Москва : Национальный Открытый Университет "ИНТУИТ", 2016. (Основы информационных технологий) - ISBN 978-5-9963-0466-0. - Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785996304660.html
2	Грекул, В. И. Проектное управление в сфере информационных технологий / Грекул В. И., Коровкина Н. В., Куприянов Ю. В. - 3-е изд. - Москва : Лаборатория знаний, 2020. - 339 с. Систем. требования: Adobe Reader XI; экран 10". (Проекты, программы, портфели) - ISBN 978-5-00101-792-9. - Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. - URL : https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785001017929.html
3	Агеев, Ю. Д. Проектные методологии управления: Agile и Scrum : учебное пособие / Агеев Ю. Д. , Кавин Ю. А. , Павловский И. С. - Москва : Аспект Пресс, 2018. - 160 с. (Серия "Цифровые модели бизнеса") - ISBN 978-5-7567-0982-7. - Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. - URL: https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785756709827.html

Дополнительная литература
Электронные издания

№	Наименование издания
1	Моделирование бизнес-процессов. Практический опыт разработчика [Электронный ресурс] / В.В. Ильин - М.: Агентство электронных изданий "Интермедиатор", 2018. - http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785913490568.html
2	Оценка рисков в проектном менеджменте [Электронный ресурс]: учебное пособие / Е.И. Капустина, О.П. Григорьева, Ю.С. Скрипниченко - Ставрополь: АГРУС Ставропольского гос. аграрного ун-та, 2017. - http://www.studentlibrary.ru/book/stavgau_0094.html

Ресурсы информационно-телекоммуникативной сети «Интернет»

Перечень информационных справочных систем:

1. ЭБС «Консультант студента» - https://www.studentlibrary.ru/
2. «DATALIB – библиотека цифровой экономики»: https://datalib.ru/
3. Национальная электронная библиотека - https://rusneb.ru/

Ресурсы открытого доступа

Перечень профессиональных баз данных

№	Наименование ресурса
1.	СПС (справочно-правовая система) «Гарант» - https://www.garant.ru/
2.	Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" – URL: http://window.edu.ru/
3.	Официальный сайт Министерства образования и науки Российской Федерации https://minobrnauki.gov.ru/

Информационные технологии

Перечень лицензионного программного обеспечения:

1. MS Windows Версия 10 pro, Open License № V6731190, бессрочная.
2. MS Office Standard, Версия 2016, Open License № V6731190, бессрочная.
3. Антивирусная программа DoktorWeb (Контракт № ДС645 от 23.08.2022 г.). Приобретение неисключительного права на использование ПО Dr.Web Desktop Security Suite на 250 рабочих мест до 28.06.2023 г.
4. Электронная информационно-образовательная среда (построена на основе системы управления обучением Moodle (Moodle - свободное программное обеспечение, распространяемое на условиях лицензии GNU GPL (https://docs.moodle. org/dev/Li cense).
5. «MS Teams»- Windows версия (свободное программное обеспечение).
6. Программное обеспечение «Программная система для обнаружения тестовых заимствований в учебных и научных работах «Антиплагиат.ВУЗ» версия 4.0», размещенная на сервере Лицензиара (Договор от 14.07.2022 № 5374/ДС543; действует до 30 августа 2023 г.).

VII.ТРЕБОВАНИЯ К ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ

Промежуточная аттестация проводится в форме тестового контроля и практических заданий;

Итоговая аттестация проходит в форме экзамена. Вначале обучающиеся получают задание разработать проект цифрового инженерного решения для одной из актуальных задач (на примере отрасли здравоохранения, ориентировочные темы представлены ниже).

Оформление проекта для программных решений производится на языке UML или BPMN, для программно-аппаратных решений возможен выбор другой методологии.

Необходимо построить модели «Как есть» и «Как должно быть» с обоснованием преимуществ цифровой трансформации процессов. Защита проекта производится путем демонстрации моделей в формате презентации.

Прием демонстрационного экзамена производится комиссией, оценивающей владение методологией проектирования цифровых инженерных решений и умение выполнять процедуры сборки программных модулей и компонент в программный продукт и выявлять соответствие требований заказчиков с существующими продуктами в области здравоохранения.

Ориентировочные темы учебных проектов для демонстрационного экзамена:

1) Обработка рентгеновских изображений с использованием технологий глубокого обучения.
2) Интеллектуальный анализ результатов скринингового обследования.
3) Анализ результатов телемедицинского обследования.
4) Система сбора и обработки данных ежегодного профилактического медицинского осмотра.
5) Распознавание опухолей на МРТ изображениях.
6) Интеллектуальная обработка данных офтальмологического исследования.
7) Система сбора и обработки результатов электрокардиографии.
8) Разработка и реализация распределенной архитектуры телемедицинского Интернета вещей.

Лицам, успешно освоившим соответствующую ДПП ПК (в области руководства проектированием специализированного программного обеспечения в рамках цифровой трансформации сферы здравоохранения) и прошедшим итоговую аттестацию, выдается документ о квалификации: диплом о повышении квалификации установленного образца.

Лицам, не прошедшим итоговую аттестацию или получившим на итоговой аттестации неудовлетворительные результаты, а также лицам, освоившим часть Программы, выдается справка об обучении или о периоде обучения по образцу, самостоятельно

устанавливаемому Университетом.

VIII. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА

В ходе освоения Программы каждый слушатель выполняет следующие отчетные работы:

№ п/п	Наименование раздела (модуля)	Задание	Критерии оценки
1.	Технологии искусственного интеллекта на практике	Тестовые задания	**«зачтено»** выставляется обучающемуся, если количество правильных ответов на тестовые вопросы –более 60 % от общего объёма заданных вопросов; **«незачтено»** выставляется обучающемуся, если количество правильных ответов – менее 60 % от общего объёма заданных вопросов
2	Управление проектами	Тестовые задания	**«зачтено»** выставляется обучающемуся, если количество правильных ответов на тестовые вопросы –более 60 % от общего объёма заданных вопросов; **«незачтено»** выставляется обучающемуся, если количество правильных ответов – менее 60 % от общего объёма заданных вопросов
3	Проектно-технологическая практика	Работа в группе по проведению исследования в рамках индивидуального задания. Участие в реальном проекте по цифровой трансформации (на примере отрасли здравоохранения).	**«зачтено»** – ставится за работу, если обучающийся разработал алгоритм, реализовал его и продемонстрировал работоспособную версию программы **«не зачтено»** – ставится, если обучающийся не выполнил программу стажировки.
	Итоговая аттестация	Разработка учебного проекта для решения профессиональной задачи с последующей реализацией и демонстрацией	**«зачтено»** – ставится за работу, если обучающийся выполнил учебный проект для решения профессиональной задачи с последующей реализацией и демонстрацией; **«не зачтено»** – ставится, если обучающийся не выполнил учебный проект.

Примеры оценочных средств:

Промежуточный контроль.

1.1. Модуль «Управление проектами»

Примеры тестовых заданий

1. Задание

_____ - технология представляет собой методологию проектирования, а также набор инструментальных средств, позволяющих в наглядной форме моделировать предметную область, производить ее анализ на всех этапах разработки и сопровождения

информационных систем и разрабатывать приложения в соответствии с информационными требованиями пользователей.

Правильные варианты ответа: CASE

2. Задание

Какая модель предлагает каждую итерацию начинать с выделения целей и планирования очередной итерации, определения основных альтернатив и ограничений при ее выполнении, их оценки, а также оценки возникающих рисков и определения способов избавления от них, а заканчивать итерацию оценкой результатов проведенных в ее рамках работ

Правильные варианты ответа: спиральная

3. Задание

Какой стандарт описывает основные положения методологии SADT?

☑ IDEF 0
☐ IDEF 1
☐ IDEF 2
☐ IDEF 3

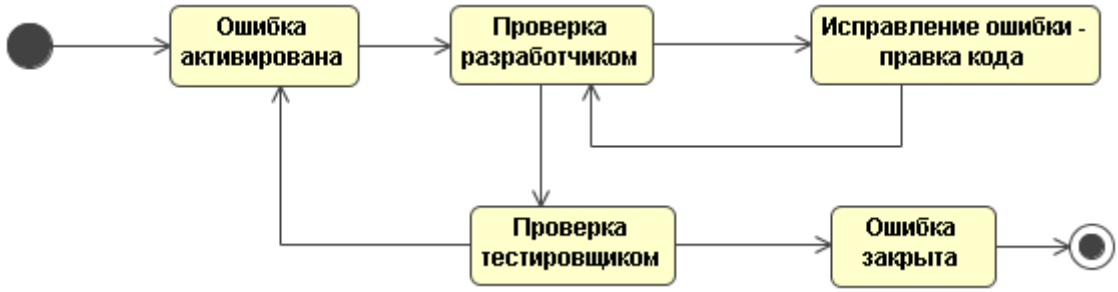
4. Задание

Какие диаграммы поведения входят в UML?

☐ вариантов использования
☐ классов
☐ рисков
☑ состояний
☑ деятельности
☑ последовательности
☐ цепочек процесса
☐ стоимостного анализа
☑ кооперации
☐ компонентов
☐ развертывания
☐ программных продуктов

5. Задание

Как называется данная диаграмма?



☐ классов
☑ состояний
☐ деятельности
☐ последовательности
☐ кооперации

1.2. Модуль «Технологии искусственного интеллекта на практике»

Примеры типовых заданий

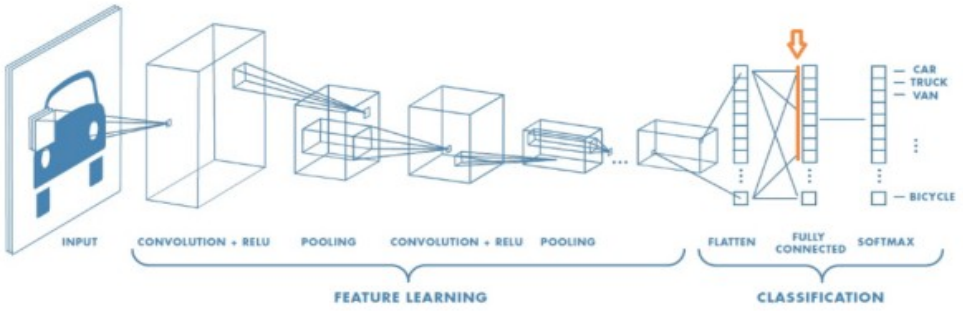
Задание 1. Отладка модели линейной регрессии

Проанализировать параметры, загруженного набора данных diabetes:

https://archive.ics.uci.edu/ml/datasets/diabetes
Редактируя и запуская на исполнение ячейки в Jupiter Notebook:
https://colab.research.google.com/drive/1IkaJ1oZFztAuIXnh1Vmxod0SkIHR15sU?usp=sharing,
подобрать параметры линейной модели и набор исходных признаков так, что значение метрики R_2 повысилось на 0.25.
Интерпретировать полученные результаты.
Задание 2. Загрузка набора данных и построение модели логистической регрессии.
Запустить код, предложенный в Jupiter Notebook
https://colab.research.google.com/drive/1n1QeaiGatd3Y3VWs0avxnXg9uZO68I32?usp=sharing
на реальном наборе данных из UCI
https://archive.ics.uci.edu/ml/index.php,
выбрав в качестве целевого вектора - бинарный признак
Задание 3. Классификация медицинских изображений сверточной нейронной сетью
Загрузить изображения альтернативного набора данных, но идентичного формата в Jupyter Notebook:
https://colab.research.google.com/drive/1ezLyEhg-hISuLfyjFk96pB-ftOwlbNLL?usp=sharing ;
Построить и отладить модель сверточной нейронной сети.
Интерпретировать полученный результат.
Задание 4. Повышение точности классификации умственной нагрузки по ЭЭГ
Повысить точность классификации умственной нагрузки, изменяя значения параметров модели сверточной нейронной сети:
https://colab.research.google.com/drive/1NzgkDcT1vnNYhg3_lJh0_lFkdEF7uSFp?usp=sharing
Интерпретировать полученный результат.

Задание 5. Сформировать векторное представление изображения.

Пример выполнения:

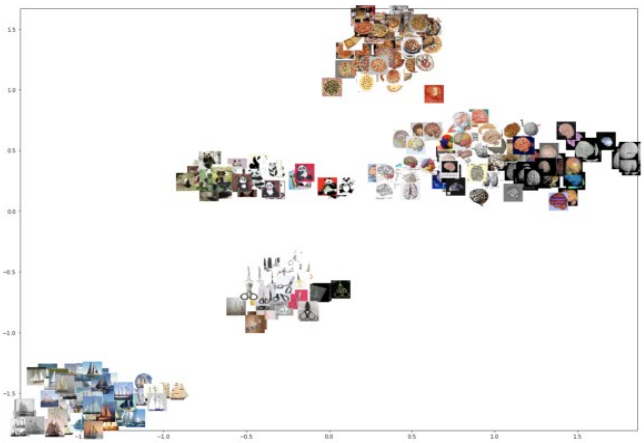



```
!pip install
git+https://github.com/jaredwinick/img2vec-keras.git

import gdown # модуль для загрузки с гугл-диска
url =
'https://drive.google.com/uc?id=1Madin3qXe3Xexox5qOhASGulFR2wvsFz' # адрес
output =
 '101_ObjectCategories.tar.gz' # название загружаемого файла
gdown.download(url, output,
 quiet=False)
!echo "Downloading
 101_Object_Categories for image notebooks"
# распаковываем
!tar -xzf
 101_ObjectCategories.tar.gz
# удаляем после распаковки
!rm 101_ObjectCategories.tar.gz
!ls
root = '101_ObjectCategories'

Downloading...
```

```
From: https://drive.google.com/uc?id=1Madin3qXe3Xexox5qOhASGulFR2wvsFz
To: /content/101_ObjectCategories.tar.gz
100%|██████████| 132M/132M [00:01<00:00, 66.1MB/s]
Downloading 101_Object_Categories for image notebooks
101_ObjectCategories  sample_data

from img2vec_keras import Img2Vec # подключаем библиотеку для векторных представлений

from IPython.display import Image

import glob # для работы с файлами

import numpy as np
from sklearn.metrics.pairwise import cosine_similarity # похожесть по косинусному
расстоянию.
from sklearn.decomposition import PCA # метод главных компонент
from sklearn.manifold import TSNE # метод TSNE
from sklearn.preprocessing import StandardScaler # масштабирование, убирает среднее,
единичный разброс.

import matplotlib.pyplot as plt
from matplotlib.offsetbox import OffsetImage, AnnotationBbox

import cv2

img2vec = Img2Vec()

Downloading                                    data                                    from
https://storage.googleapis.com/tensorflow/keras-applications/resnet/
resnet50_weights_tf_dim_ordering_tf_kernels.h5
102973440/102967424 [==============================] - 0s 0us/step
102981632/102967424 [==============================] - 0s 0us/step

image_paths = []
image_classes = ['pizza', 'schooner', 'scissors', 'panda', 'brain'] # выберем классы
для отображения, проверьте с другими

# считываем пути к изображениям этих классов
for image_class in image_classes:
    image_paths.extend(glob.glob('101_ObjectCategories/' + image_class + '/*.jpg')) #
только .jpg

len(image_paths)
291

# создаем вектора для этих изображений
image_vectors = {}
for image_path in image_paths: # для каждого файла
  vector =
 img2vec.get_vec(image_path)
  image_vectors[image_path] = vector

X =
np.stack(list(image_vectors.values()))

pca_50 = PCA(n_components=50)
pca_result_50 =
 pca_50.fit_transform(X)
print('Cumulative    explained    variation    for    50    principal    components:
{}'.format(np.sum(pca_50.explained_variance_ratio_)))
print(np.shape(pca_result_50))

tsne = TSNE(n_components=2, verbose=1, n_iter=3000)
tsne_result =
 tsne.fit_transform(pca_result_50)
```

```
Cumulative explained variation for 50 principal components: 0.7652437686920166
(291, 50)
[t-SNE] Computing 91 nearest neighbors...
[t-SNE] Indexed 291 samples in 0.000s...
[t-SNE] Computed neighbors for 291 samples in 0.007s...
[t-SNE] Computed conditional probabilities for sample 291 / 291
[t-SNE] Mean sigma: 12.785958
/usr/local/lib/python3.7/dist-packages/sklearn/manifold/_t_sne.py:783: FutureWarning: The
default initialization in TSNE will change from 'random' to 'pca' in 1.2.
  FutureWarning,
/usr/local/lib/python3.7/dist-packages/sklearn/manifold/_t_sne.py:793: FutureWarning: The
default learning rate in TSNE will change from 200.0 to 'auto' in 1.2.
  FutureWarning,
[t-SNE] KL divergence after 250 iterations with early exaggeration: 58.010796
[t-SNE] KL divergence after 1650 iterations: 0.356967
```

```
tsne_result_scaled =
StandardScaler().fit_transform(tsne_result)

images = []
for image_path in image_paths:
  image = cv2.imread(image_path, 3) # загружаем изображение
  b,g,r = cv2.split(image)           # разделяем каналы b, g, r
  image = cv2.merge([r,g,b])         # собираем в r, g, b
  image = cv2.resize(image, (50,50)) # масштаб
  images.append(image)

fig, ax =
 plt.subplots(figsize=(20,15))
artists = []

for xy, i in zip(tsne_result_scaled, images): # перебираем TSNE вектора (это двумерные
координаты) и изображения
  x0, y0 = xy # разделяем горизонтальную и вертикальную координату
  img = OffsetImage(i, zoom=.7) # задаем графический объект с картинкой
   ab = AnnotationBbox(img, (x0, y0), xycoords='data', frameon=False) # вставляем эту
картинку по координатам из вектора TSNE
  artists.append(ax.add_artist(ab)) # добавляем на график
ax.update_datalim(tsne_result_scaled) # пределы отображения
ax.autoscale(enable=True, axis='both', tight=True) # автомасштаб
plt.show()
```



```
image_path1='101_ObjectCategories/Leopards/image_0001.jpg'

vector1 =
np.reshape(img2vec.get_vec(image_path1),(1,-1))

# путь ко второму изображению
image_path2='101_ObjectCategories/Motorbikes/image_0001.jpg'

vector2 =
np.reshape(img2vec.get_vec(image_path2),(1,-1))

similarity_matrix =
 cosine_similarity(vector1, vector2)

print('для разных ',
similarity_matrix[0][0])

# путь к третьему изображению
image_path3='101_ObjectCategories/Motorbikes/image_0005.jpg'
```

```
vector3 =
np.reshape(img2vec.get_vec(image_path3),(1,-1))

similarity_matrix =
 cosine_similarity(vector3, vector2)

print('для похожих ',
similarity_matrix[0][0])

для разных  0.25445843
для похожих  0.901036
```

Задание 6. Выполнить перенос стиля изображения. Обосновать необходимость решения задачи в медицинском контексте. Для скорости рекомендуется сменить среду выполнения на GPU: Меню - Среда выполнения - Сменить среду выполнения - Аппаратный ускоритель - GPU.

Исходное изображения:

Стиль:

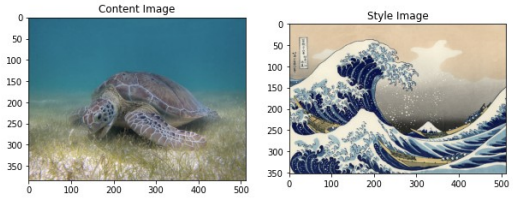
Результат:

Пример выполнения:

```
import os
img_dir = './img/'
if not os.path.exists(img_dir):
    os.makedirs(img_dir)
!wget                          --quiet                          -P                          ./img/
https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/d/d7/Green_Sea_Turtle_grazing_seagrass.j
pg
!wget                          --quiet                          -P                          ./img/
https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/0a/The_Great_Wave_off_Kanagawa.jpg
```

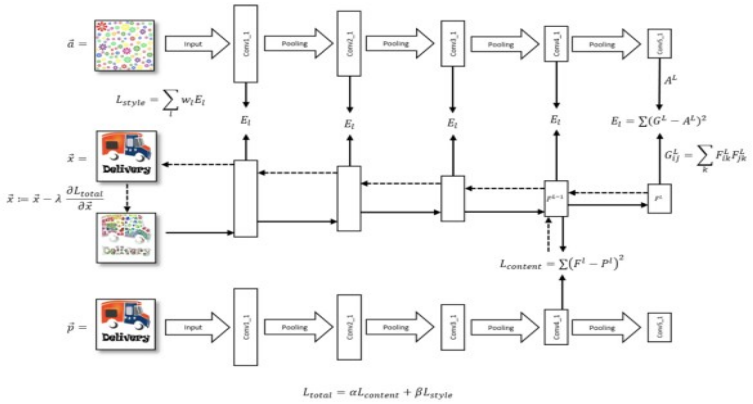
```
!wget                        --quiet                        -P                        ./img/
https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/b4/Vassily_Kandinsky%2C_1913_-
_Composition_7.jpg
!wget                        --quiet                        -P                        ./img/
https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/00/Tuebingen_Neckarfront.jpg
!wget                        --quiet                        -P                        ./img/
https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/6/68/Pillars_of_creation_2014_HST_WFC3-
UVIS_full-res_denoised.jpg
!wget                        --quiet                        -P                        ./img/
https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/e/ea/Van_Gogh_-_Starry_Night_-
_Google_Art_Project.jpg/1024px-Van_Gogh_-_Starry_Night_-_Google_Art_Project.jpg

# подключение библиотек
import matplotlib.pyplot as plt
import matplotlib as mpl
mpl.rcParams['figure.figsize'] =
 (10,10)
mpl.rcParams['axes.grid'] = False

import numpy as np
from PIL import Image
import time
import functools

import tensorflow as tf

from tensorflow.keras.preprocessing import image as kp_image
from tensorflow.keras import models
from tensorflow.keras import losses
from tensorflow.keras import layers
from tensorflow.keras import backend as K

# содержание
content_path =
'./img/Green_Sea_Turtle_grazing_seagrass.jpg'
# стиль
style_path =
'./img/The_Great_Wave_off_Kanagawa.jpg'

# чтение с диска и преобразование изображения
def load_img(path_to_img):
  max_dim = 512 # максимальная размерность
  img = Image.open(path_to_img) # читаем с диска
  long = max(img.size) # находим максимальную из размерностей
  scale = max_dim/long # масшабирующий коэффициент
  img =
img.resize((round(img.size[0]*scale),   round(img.size[1]*scale)),   Image.ANTIALIAS)   #
масштабируем

  img = kp_image.img_to_array(img) # переводим в массив numpy

  # первая размерность - пакеты (батчи). Надо добавить ее.
  img = np.expand_dims(img, axis=0)
  return img

# функция для рисования
def imshow(img, title=None):
  # для рисования размерность батчей не нужна, уберем ее
  out = np.squeeze(img, axis=0)
  # переводим в тип uint8
  out = out.astype('uint8')
  plt.imshow(out) # рисуем
  if title is not None:
    plt.title(title) # заголовок, если есть
  plt.imshow(out)

plt.figure(figsize=(10,10))

content =
load_img(content_path).astype('uint8')
```

```
style =
load_img(style_path).astype('uint8')

plt.subplot(1, 2, 1)
imshow(content, 'Content Image')

plt.subplot(1, 2, 2)
imshow(style, 'Style Image')
plt.show()
```



Воспользуемся обученной нейронной сетью для классификации изображений VGG-19. Для нее надо дополнительно предобработать изображения, например вычесть "среднее" mean = [103.939, 116.779, 123.68] и перевести каналы из RGB в BGR. Все это сделает функция tf.keras.applications.vgg19.preprocess_input

```
def load_and_process_img(path_to_img):
  img = load_img(path_to_img)# загружаем изображение
  img =
tf.keras.applications.vgg19.preprocess_input(img)# обрабатываем его для VGG
  return img

# обратный препроцессинг
def deprocess_img(processed_img):
  x = processed_img.copy() # копия изображения
  if len(x.shape) == 4: # если 4 канала
    x = np.squeeze(x, 0) # отрезаем первое измерение (батчи)
  # если 3, то ничего не делаем
  assert len(x.shape) == 3, ("Input to deprocess image must be an image of "
                             "dimension [1, height, width, channel] or [height, width,
channel]")
  if len(x.shape) != 3:
    raise ValueError("Invalid input to deprocessing image")


  # добавляем "среднее", которое раньше вычитали
  x[:, :, 0] += 103.939
  x[:, :, 1] += 116.779
  x[:, :, 2] += 123.68
  x = x[:, :, ::-1] # меняем для каналов цвета (3 измерение) порядок обратно на RGB

  x = np.clip(x, 0, 255).
astype('uint8') # обрезаем до диапазона 0...255 и переводим в uint8
  return x

# представление содержания и стиля
```




```
# Название слоев из нейронной сети которые используем для признаков содержания
content_layers = ['block5_conv2']
```

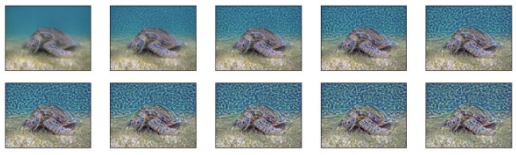
```
# название слоев из нейронной сети которые используем для признаков стиля
style_layers = ['block1_conv1',
                'block2_conv1',
                'block3_conv1',
                'block4_conv1',
                'block5_conv1'
               ]

num_content_layers =
 len(content_layers)
num_style_layers = len(style_layers)

# загрузка модели нейронной сети
def get_model():

  # загружаем сеть VGG, обученную на данных imagenet
  vgg =
tf.keras.applications.vgg19.VGG19(include_top=False, weights='imagenet')
  vgg.trainable = False # выключаем обучение весов этой сети, мы обучаем только входы в
нее.
  # возвращаем выходы слоев признаков
  style_outputs =
 [vgg.get_layer(name).output for name in style_layers] # стиля
  content_outputs =
 [vgg.get_layer(name).output for name in content_layers] # содержания
  model_outputs = style_outputs +
 content_outputs
  # построить модель
  return models.Model(vgg.input, model_outputs)

def get_content_loss(base_content, target):
  #base_content -
признаки изображения-содержания
  #target -
признаки генерируемого изображения
return tf.reduce_mean
(tf.square(base_content - target))

# расчет матрицы Грамма
def gram_matrix(input_tensor):
  channels =
 int(input_tensor.shape[-1]) # количество каналов = фильтров
   a = tf.reshape(input_tensor, [-1, channels]) # многомерный массив переформатируем в
двумерный, второе измерение - каналы
  n = tf.shape(a)[0] # число признаков каждого канала
  gram = tf.matmul(a, a, transpose_a=True) # матричное произведение
  return gram / tf.cast(n, tf.float32) # делим на количество признаков

# ошибка стиля
def get_style_loss(base_style, gram_target):
  """принимаем изображение-стиль размером h - высота, w -ширина, c - каналы
     и матрицу Грамма для генерируемого изображения
  """

  # We scale the loss at a given layer by the size of the feature map and the number of
filters
  height, width, channels =
 base_style.get_shape().as_list() # высота, ширина, количество каналов в виде списка
  gram_style =
 gram_matrix(base_style) # считаем матрицу грамма изображения-стиля
    return  tf.reduce_mean(tf.square(gram_style  -  gram_target))#  делим  на  нормирующий
коэффициент / (4. * (channels ** 2) * (width * height) ** 2)

# перенос стиля
def get_feature_representations(model, content_path, style_path):
  """
  Функция загрузки и расчета признаков изображений стиля и содержания
  Аргументы:
    model: модель нейронной сети.
```

```
    content_path: путь к изображению-содержанию.
    style_path: путь к изображению-стилю

  Возвращает:
    признаки содержания и стиля.
  """
  # загружаем изображения
  content_image =
 load_and_process_img(content_path) # содержание
  style_image =
 load_and_process_img(style_path) # стиль

  # подаем их на нейронную сеть и возвращаем признаки
  style_outputs =
 model(style_image)# стиль
  content_outputs =
 model(content_image) # содержание



  # собираем признаки тех слоев, что выбрали для стиля и содержания
  style_features = [style_layer[0] for style_layer in style_outputs[:num_style_layers]]
  content_features =
 [content_layer[0] for content_layer in content_outputs[num_style_layers:]]
  return style_features, content_features

# расчет функции ошибки и градиента
def     compute_loss(model,     loss_weights,     init_image,     gram_style_features,
content_features):
 style_weight, content_weight =
 loss_weights # веса ошибки стиля и содержания


  # подаем начальное изображение в нейронную сеть, возвращаем признаки для него.
  model_outputs = model(init_image)
   # из них к стилю относятся первые num_style_layers выходов (величина определена
ранее)
  style_output_features =
 model_outputs[:num_style_layers]
  # остальные выходы относятся к содержанию
  content_output_features =
 model_outputs[num_style_layers:]


  style_score = 0 # ошибка стиля
  content_score = 0 # ошибка содержания
  weight_per_style_layer = 1.0 /
 float(num_style_layers) # веса для разных слоев слагаемых ошибки стиля, равные.
    # перебираем все выбранные слои для стиля
  for target_style, comb_style in zip(gram_style_features, style_output_features):
    # target_style - значения матрицы Грамма выбранных слоев признаков для изображения-
стиля
    # comb_style - посчитанные выше признаки выбранных слоев обучаемого изображения
    # считаем ошибку стиля со всех выбранных слоев с весами.
    style_score +=
 weight_per_style_layer *
 get_style_loss(comb_style[0], target_style)
   weight_per_content_layer = 1.0 / float(num_content_layers) # веса для разных слоев
слагаемых ошибки содержания, равные.
  # перебираем все выбранные слои для содержания
  for target_content, comb_content in zip(content_features, content_output_features):
    # target_content - значения выбранных слоев признаков для изображения-содержания
    # comb_content - посчитанные выше признаки выбранных слоев обучаемого изображения
    # считаем ошибку содержания со всех выбранных слоев с весами.
    content_score +=
 weight_per_content_layer* get_content_loss(comb_content[0], target_content)


  style_score *= style_weight # умножаем на вес ошибку стиля
  content_score *= content_weight # умножаем на вес ошибку содержания

  # общая ошибка
```

```
  loss = style_score + content_score
  return loss, style_score, content_score

def     compute_loss(model,     loss_weights,     init_image,     gram_style_features,
content_features):
  """Расчет функции ошибки.

  Аргументы:
    model: Модель нейронной сети
    loss_weights: Веса стиля и содержания в общей ошибке.

    init_image: Начальное изображение, с которого начнется обучение, по его пикселям мы
и считаем градиенты.
    gram_style_features: уже посчитанная матрица Грамма для изображения-стиля.
    content_features: уже посчитанные признаки для изображения-содержания.

  Возвращает:
    Общую ошибку, ошибку стиля, ошибку содержания
  """
  style_weight, content_weight = loss_weights # веса ошибки стиля и содержания

  # подаем начальное изображение в нейронную сеть, возвращаем признаки для него.
  model_outputs = model(init_image)
   # из них к стилю относятся первые num_style_layers выходов (величина определена
ранее)
  style_output_features = model_outputs[:num_style_layers]
  # остальные выходы относятся к содержанию
  content_output_features =
 model_outputs[num_style_layers:]

  style_score = 0 # ошибка стиля
  content_score = 0 # ошибка содержания


  weight_per_style_layer = 1.0 /
 float(num_style_layers) # веса для разных слоев слагаемых ошибки стиля, равные.
    # перебираем все выбранные слои для стиля
  for target_style, comb_style in zip(gram_style_features, style_output_features):
    # target_style - значения матрицы Грамма выбранных слоев признаков для изображения-
стиля
    # comb_style - посчитанные выше признаки выбранных слоев обучаемого изображения
    # считаем ошибку стиля со всех выбранных слоев с весами.
    style_score +=
 weight_per_style_layer *
 get_style_loss(comb_style[0], target_style)


  weight_per_content_layer = 1.0 /
 float(num_content_layers) # веса для разных слоев слагаемых ошибки содержания, равные.
  # перебираем все выбранные слои для содержания
  for target_content, comb_content in zip(content_features, content_output_features):
    # target_content - значения выбранных слоев признаков для изображения-содержания
    # comb_content - посчитанные выше признаки выбранных слоев обучаемого изображения
    # считаем ошибку содержания со всех выбранных слоев с весами.
    content_score +=
 weight_per_content_layer* get_content_loss(comb_content[0], target_content)

  style_score *= style_weight # умножаем на вес ошибку стиля
  content_score *= content_weight # умножаем на вес ошибку содержания

  # общая ошибка
  loss = style_score + content_score
  return loss, style_score, content_score

# цикл обучения
import IPython.display
# цикл обучения
```

```
def run_style_transfer(content_path, # путь к изображению-содержанию
                       style_path,# путь к изображению-стилю
                       num_iterations=1000,# число итераций обучения
                       content_weight=1e3, # вес содержания
                       style_weight=1e-2): # вес стиля

  model = get_model() # получаем модель нейронной сети
  for layer in model.layers: # нам не надо обучать веса самой модели,
    layer.trainable = False # ставим для всех слоев запрет на обучение


   # получаем признаки для изображений стиля и содержания (конкретные слои мы выбрали ранее)
   style_features, content_features = get_feature_representations(model, content_path, style_path)
  # рассчитываем матрицы Грамма для изображения-стиля
      gram_style_features = [gram_matrix(style_feature) for style_feature in style_features]


  # Задаем начальное изображение.
    init_image = load_and_process_img(content_path) # Здесь используем изображение-содержание, но вы можете и другие использовать, хоть белое полотно.
  init_image = tf.Variable(init_image, dtype=tf.float32) # переводим в тип Variable для которого работает автодифференцирование


  # Параметры обучения
  opt=tf.optimizers.Adam(learning_rate=5, beta_1=0.99, epsilon=1e-1)

  # счетчик итераций
  iter_count = 1

  # Место для запоминания лучшего сгенерированного изображения и ошибки на нем
  best_loss, best_img = float('inf'), None



   loss_weights = (style_weight, content_weight)# веса ошибок стиля и содержания как список
  # объект (словарь) содержащий необходимые тензоры и объекты
  cfg = {
      'model': model, # модель нейронной сети
      'loss_weights': loss_weights, # веса ошибок
      'init_image': init_image, # начальное изображение
      'gram_style_features': gram_style_features, # матрицы Грамма изображения-стиля
      'content_features': content_features # признаки изображения-содержания
  }

  # Для рисования
  num_rows = 2 # строки
  num_cols = 5 # столбцы
  display_interval = num_iterations/(num_rows*num_cols) # как часто рисовать
  start_time = time.time() # запуск таймера
  global_start = time.time() #

  norm_means = np.array([103.939, 116.779, 123.68]) # "среднее" изображение
  # диапазон чисел для изображения
  min_vals = -norm_means
  max_vals = 255 - norm_means

  imgs = []
  # Обучение
  for i in range(num_iterations): # в цикле по количеству итераций
    grads, all_loss = compute_grads(cfg) # вычисляем ошибки и градиент
    loss, style_score, content_score = all_loss
      opt.apply_gradients([(grads, init_image)]) # применяем вычисленный градиент в методе обучения, изменяем init_image
     clipped = tf.clip_by_value(init_image, min_vals, max_vals) # обрезаем до нужного диапазона
    init_image.assign(clipped)
```

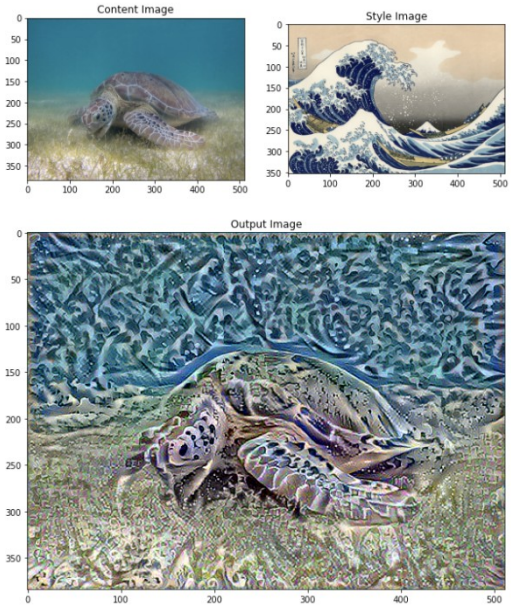
```
    end_time = time.time() # время итерации

    if loss < best_loss: # если ошибки меньше предыдущей лучшей
      # обновляем лучшие
      best_loss = loss # ошибку
       best_img = deprocess_img(init_image.numpy()) # и изображение, переведя в исходный
вид

    if i % display_interval== 0: # каждые несколько итераций
      start_time = time.time() # обновляем таймер


      #
       plot_img = init_image.numpy() # переводим текущее изображение из тензора Keras в
numpy
      plot_img = deprocess_img(plot_img) # возвращаем его в исходный вид
      imgs.append(plot_img) # добавляем в массив для рисования
      IPython.display.clear_output(wait=True) # очищаем выход текущей ячейки
             IPython.display.display_png(Image.fromarray(plot_img))  #  рисуем  текущее
изображение
      # выводим информацию о процессе обучения
      print('Iteration: {}'.format(i))
      print('Total loss: {:.4e}, '
            'style loss: {:.4e}, '
            'content loss: {:.4e}, '
                'time: {:.4f}s'.format(loss, style_score, content_score, time.time() -
start_time))


  # По завершению обучения
  print('Total time: {:.4f}s'.format(time.time() - global_start))
  IPython.display.clear_output(wait=True)
  plt.figure(figsize=(14,4))
  # рисуем все сохраненные изображения
  for i,img in enumerate(imgs):
      plt.subplot(num_rows,num_cols,i+1)
      plt.imshow(img)
      plt.xticks([])
      plt.yticks([])

  return best_img, best_loss  # возвращаем лучшее изображение и его ошибку

проверка работы
best, best_loss =
 run_style_transfer(content_path,                                          style_path,
num_iterations=100)
```



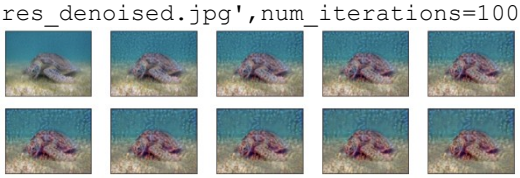
```
img=Image.fromarray(best)
img
```

```
from google.colab import files
img.save('Wave_turtle.png')
```

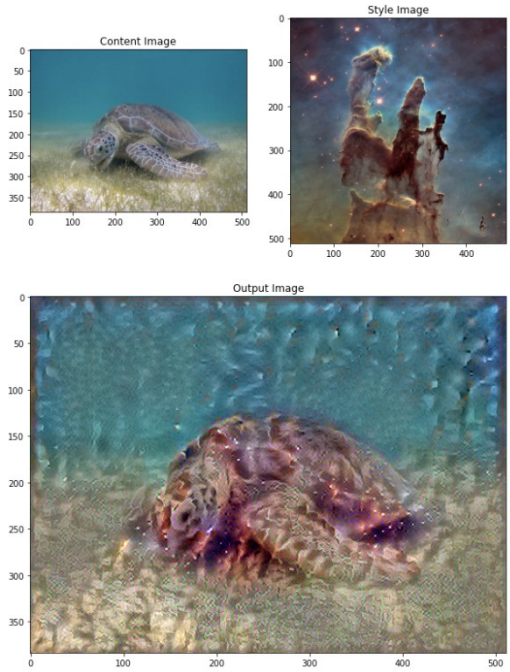
```
files.download('Wave_turtle.png')

def show_results(best_img,
 content_path, style_path,
 show_large_final=True):
  plt.figure(figsize=(10, 5))
  content = load_img(content_path)
  style = load_img(style_path)

  plt.subplot(1, 2, 1)
  imshow(content, 'Content Image')

  plt.subplot(1, 2, 2)
  imshow(style, 'Style Image')

  if show_large_final:
    plt.figure(figsize=(10, 10))

    plt.imshow(best_img)
    plt.title('Output Image')
    plt.show()

show_results(best, content_path, style_path)
```



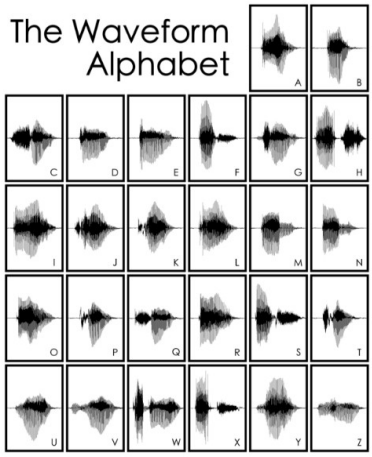

```
best_poc_turtle, best_loss =
run_style_transfer('./img/Green_Sea_Turtle_grazing_seagrass.jpg',
'./img/Pillars_of_creation_2014_HST_WFC3-UVIS_full-
res_denoised.jpg',num_iterations=100)
```



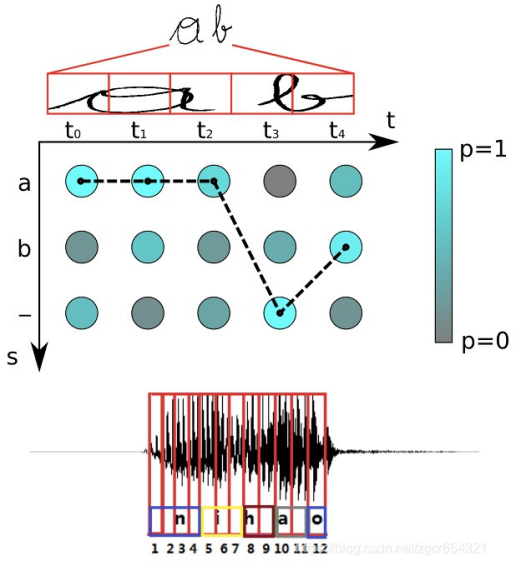
```
show_results(best_poc_turtle,            './img/Green_Sea_Turtle_grazing_seagrass.jpg',
'./img/Pillars_of_creation_2014_HST_WFC3-UVIS_full-res_denoised.jpg')
```

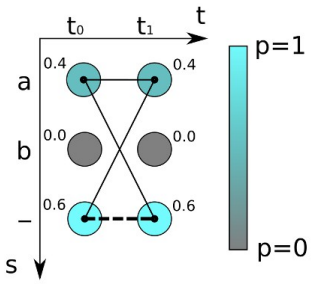


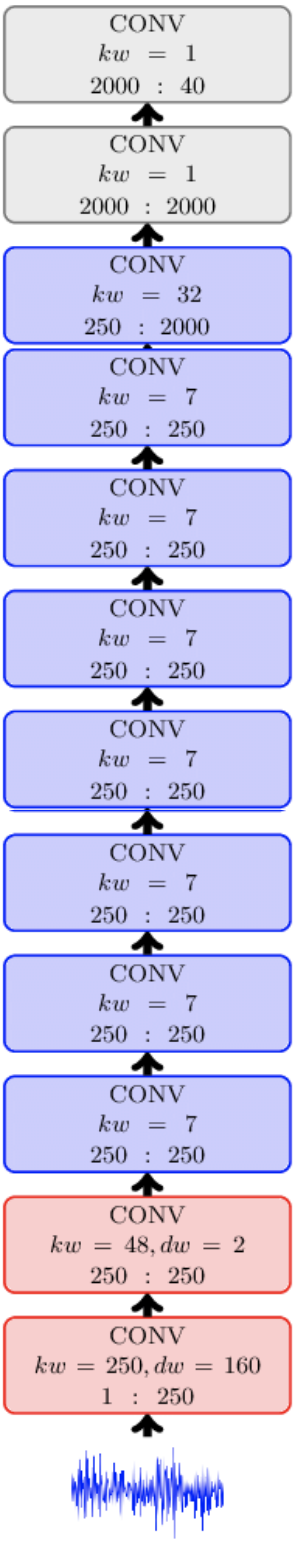
Задание 7. Распознавание звуковых изображений с помощью сверточных нейронных сетей.

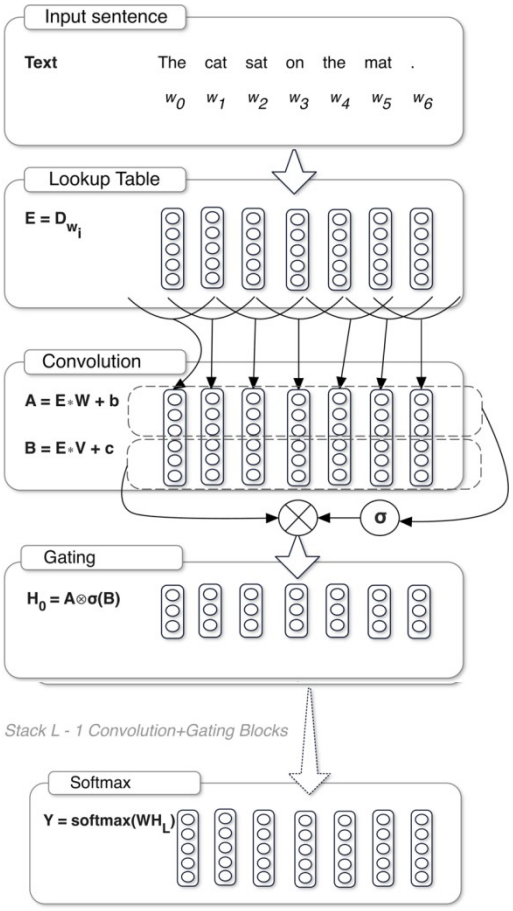


Пример выполнения:




t₀
t₁
t
a
b
–
s
0.4
0.4
0.0
0.0
0.6
0.6
p=1
p=0


CONV
$kw = 1$
2000 : 40
CONV
$kw = 1$
2000 : 2000
CONV
$kw = 32$
250 : 2000
CONV
$kw = 7$
250 : 250
CONV
$kw = 7$
250 : 250
CONV
$kw = 7$
250 : 250
CONV
$kw = 7$
250 : 250
CONV
$kw = 7$
250 : 250
CONV
$kw = 7$
250 : 250
CONV
$kw = 7$
250 : 250
CONV
$kw = 48, dw = 2$
250 : 250
CONV
$kw = 250, dw = 160$
1 : 250




```
# эксперимент с NVIDIA/OpenSeq2Seq
import os
from os.path import exists, join, basename, splitext

git_repo_url =
'https://github.com/NVIDIA/OpenSeq2Seq.git' # адрес библиотеки
project_name =
 splitext(basename(git_repo_url))[0]
if not exists(project_name):
  # клонируем себе на диск
  !git clone -q --depth 1 {git_repo_url}
  # и ставим вспомогательные библиотеки
  !pip uninstall -y -q pymc3
  !pip install --upgrade joblib
  #!cd {project_name} && pip install -q -r requirements.txt
  !pip install -q youtube-dl librosa python_speech_features sentencepiece

  # создаем файлы конфигурации config
  # копируем файл по умолчанию
          !cp     {project_name}/example_configs/speech2text/w2lplus_large_8gpus_mp.py
{project_name}/conf.py
  # правим его под наши нужды
  !sed -i -e 's/data\/librispeech\/librivox-test-clean/test/' {project_name}/conf.py
  !sed -i -e 's/# "use_lang/"use_lang/' {project_name}/conf.py
  !echo 'backend = "librosa"' >> {project_name}/conf.py
  #!cat {project_name}/conf.py
  !echo "wav_filename, wav_filesize, transcript" > {project_name}/test.csv
  !echo "test.wav, UNUSED, UNUSED" >> {project_name}/test.csv

import sys
sys.path.append(project_name)
from IPython.display import YouTubeVideo

# загрузка предобученной модели
def download_from_google_drive(file_id, file_name):
```

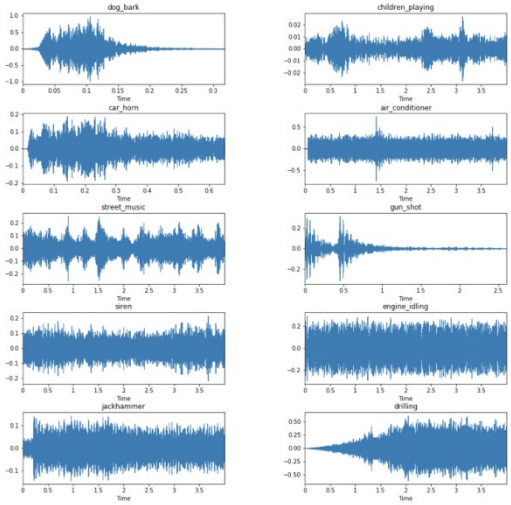
```
  # download a file from the Google Drive link
  !rm -f ./cookie
   !curl -c ./cookie -s -L "https://drive.google.com/uc?export=download&id={file_id}"
> /dev/null
  confirm_text = !awk '/download/ {print $NF}' ./cookie
  confirm_text = confirm_text[0]
                 !curl         -Lb         ./cookie         "https://drive.google.com/uc?
export=download&confirm={confirm_text}&id={file_id}" -o {file_name}

if not exists(join(project_name, 'w2l_log_folder')):
   download_from_google_drive('10EYe040qVW6cfygSZz6HwGQDylahQNSa', 'w2l_plus_large.tar')
# вот с этого адреса
  !tar xf w2l_plus_large.tar
  !mv w2l_plus_large {project_name}/w2l_log_folder
```

```
Downloading...
From: https://drive.google.com/uc?id=10EYe040qVW6cfygSZz6HwGQDylahQNSa&export=download&confirm=t
To: /content/w2l_plus_large.tar
100%|██████████| 1.14G/1.14G [00:30<00:00, 37.5MB/s]
'w2l_plus_large.tar'
```

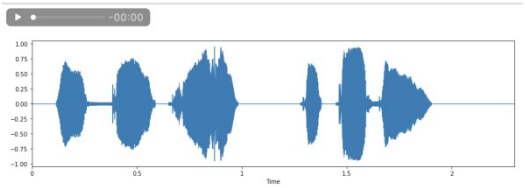
```
# транскрипция для видео Youtube
# идентификатор видео ролика с Ютуб, введите свой
YOUTUBE_ID = '2AFpAATHXtc'
# посмотрим его
YouTubeVideo(YOUTUBE_ID)

Скачиваем видео, конвертируем его звук в WAV файл и распознаем.
Распознавание выполняется скриптом run.py, которому указываем аргументы:
--config_file conf.py - файл конфигурации (conf.py)
--mode=infer - показывает что сеть работает в режиме расчета, а не обучения
--infer_output_file=output.txt - файл результата
--use_horovod=False - использовать ли специальное средство для распределенных
вычислений (нет, у нас его нет)
--num_gpus=1 - число графических процессоров
--batch_size_per_gpu 1 - размер пакета

удаляем лишние
!rm -rf *.wav
# скачиваем
!youtube-dl --extract-audio
 --audio-format wav --output
 "downloaded.%(ext)s" https://www.youtube.com/watch\?v\={YOUTUBE_ID}
# конвертируем
!ffmpeg -loglevel panic -y -i downloaded.wav -acodec pcm_s16le -ac 1 -ar 16000
{project_name}/test.wav
# распознаем
!cd {project_name} && python run.py --config_file conf.py --mode=infer --
infer_output_file=output.txt --use_horovod=False --num_gpus=1 --batch_size_per_gpu 1

!tail -n1 {project_name}/output.txt

# результаты распознавания
>test.wav, hieverybody in our house everybody knows that president is only the third most
important job in the family so this we get a met to take a lottle extra time to say thank you to
michel for the remarkable way she does the most important jout bigama am in a given extra thanks
to my mother in law for the roe mal she's always been to michel in the countless selfless ways in
which he help was shallin me raise moy ansuch i am incredibly luck to have these wonderful woman
help me rays love and look after our cose i hope you' walts't take a moment to so thank you to the
woman in your life who love you in that special way monster bylogical mobs the doctive moms and
foster mots single moss grandmas godmothers atts mentors whoever you think of when you think a
mother's da or take a moment like our walter remember the mobs who raised us whis big hearts
sustained us and whom we mess every day no matter howld we get giving flowers is always a good
idea but i hope that on this mother's day will recommit ourselves to doing more than that through
deeds that match ar words let's give mothers the respect they desert yet all women the equality
miser and give all parents the support they need in their most important wolls an enclude
pameturnity and the turnamely sickly accommodations for workers were prignant good health dear a
fordable child care flex billy at work equall pay and a decent minimum which we ask our mobs to do
more than their fair shareof just about everything making sure they re treated fairly is the least
we can do the idea of setting aside of sunday and made forer mothers became an official holiday
with a conrercional resolution a little more than a hundred years ago they did it on my eighth the
same day will celebrate mother's date this ehem if commerce can make a hollow surely they could
back it up with the things thare given me after all that's what my mother taught me i couldn'tjust
sails no and do the right thing or say i agreed with it on principle ihve actually do it so this
mother's day say thank you say i want it and what's make sure we show that gratitude ind
appreciation to acts of respect throughout the year no one deserves that more than armand happy
mothers day than have a right wic
```

Задание 8. Выполнить визуализацию аудио изображений.

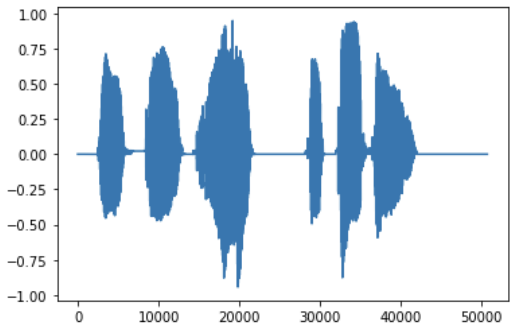
Пример выполнения:




```
filename1 = 'ML_School/test.wav'
plt.figure(figsize=(15,4))
data1,sample_rate1 =
  librosa.load(filename1,                                                    sr=22050,
mono=True,                                                                   offset=0.0,
duration=200,                                  res_type='kaiser_best')
librosa.display.waveplot(data1,                                          sr=sample_rate1,
max_points=50000.0,                          x_axis='time', offset=0.0,
     max_sr=1000)
ipd.Audio(data1,rate=sample_rate1)
```

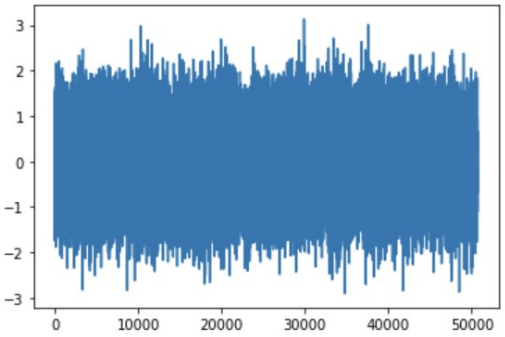


```
print(data1)
print(len(data1))
print(sample_rate1)

import librosa
import matplotlib.pyplot as plt
signal, sr =
 librosa.load('ML_School/test.wav') # загружаем (все прочие параметры по умолчанию)
plt.plot(signal)
```

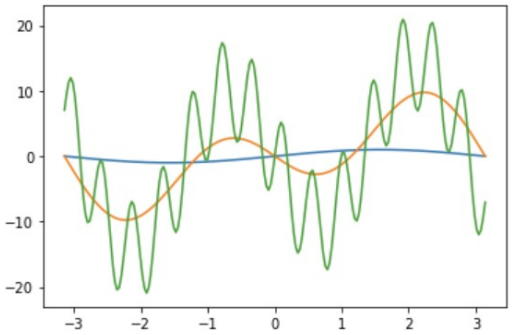



```
# добавление шума
import numpy as np

H=0.1 #
H=0.7 # попробуйте разный уровень шума
noise=np.random.normal(0, H, signal.shape[0]) #шум - случайная величина
signal_noise = signal+noise #
```

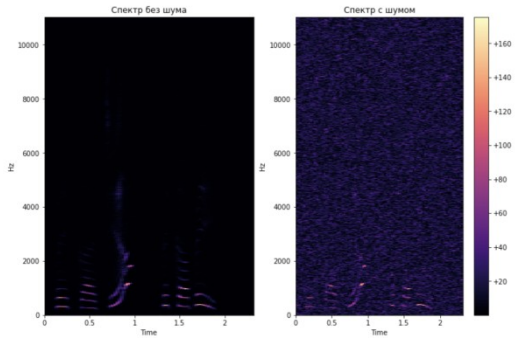
```
plt.plot(signal_noise) #
ipd.Audio(signal_noise,rate=sr) #
```



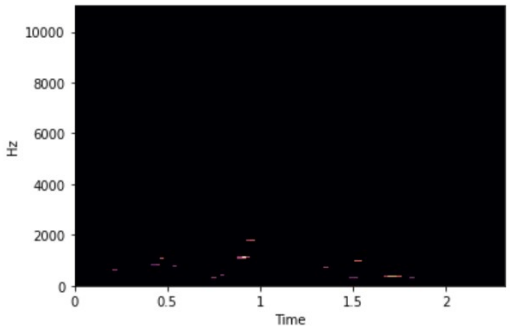

```
# частотное представление и спектр
x = np.linspace(-np.pi, np.pi, 201)
y1=np.sin(x)
y2=5*np.sin(x)-6*np.sin(2*x)
y3=3*np.sin(x)-12*np.sin(2.2*x)+7.6*np.sin(14*x)
plt.plot(x,y1,x,y2,x,y3)
```



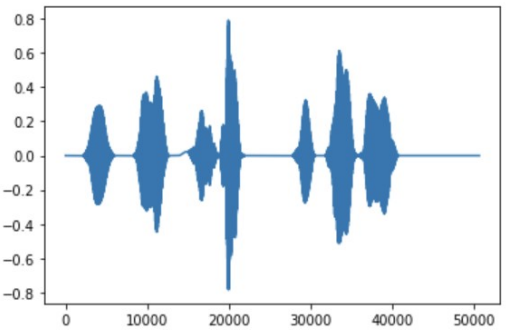

```
plt.figure(figsize=(12, 8)) # сделаем полотно
plt.subplot(1, 2, 1) # первый подграфик
D_compl=librosa.stft(signal)# считаем спектр чистого сигнала (он комплексный)
D=np.abs(D_compl) # берем только амплитуду комплексного числа
print(D_compl.shape) # посмотрим, что же такое спектр, это двумерный массив
librosa.display.specshow(D,# нарисуем спектр, массив, который отображать
                         x_axis='time', # временные отметки по горизонтальной оси
                               y_axis='linear') # вертикальная ось - линейная (а можно
логарифмическую 'log')
plt.title('Спектр без шума') # название графика

# спектрограмма для звука с шумом
plt.subplot(1, 2, 2) # второй подграфик
D_compl=librosa.stft(signal_noise)
D=np.abs(D_compl)
librosa.display.specshow(D, x_axis='time',y_axis='linear')
plt.colorbar(format='%+2.0f') # нарисуем цветовую шкалу
plt.title('Спектр с шумом')
```



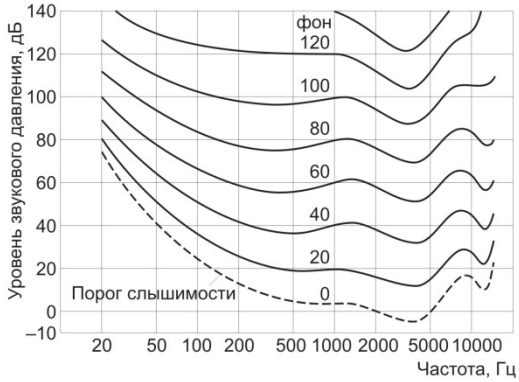

```
threshold=70 # порог для отсеивания частот
freq_max=700 # максимальная частота (в условных единицах)
D_compl1=D_compl.copy() # сделаем копию массива, чтобы не испортить
D_compl1[np.where(D<threshold)]=0 # найдем все элементы которые меньше порога и заменим их нулями
D_compl1[freq_max:,:]=0
librosa.display.specshow(D_compl1, x_axis='time',y_axis='linear')
```




```
signal_reconstructed=librosa.istft(D_compl1)
plt.plot(signal_reconstructed)
ipd.Audio(signal_reconstructed,rate=sr)
```



```
# mel-спектры
```



Задание 9. Трансформация данных. Преобразовать данные к определенному представлению с применением типичных средствами трансформации: преобразование временных данных, квантование, сортировка, слияние, группировка.

Задание 10. Изучение инструментов предобработки и подготовки данных к анализу. На примере аналитической платформы Loginom изучить следующие средства: очистка от шумов и сглаживание рядов данных, восстановление пропущенных значений, редактирование аномальных значений.

IX. НОРМАТИВНЫЕ ПРАВОВЫЕ АКТЫ

- Федеральный закон от 29 декабря 2012 г. №273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»;
- Приказ Министерства образования и науки РФ от 1 июля 2013 г. N 499
- "Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным профессиональным программам";
- Приказ Министерства здравоохранения РФ от 27 августа 2015 года № 599 «Об организации внедрения в подведомственных Министерству здравоохранения Российской Федерации образовательных и научных организациях подготовки медицинских работников по дополнительным профессиональным программам с применением образовательного сертификата»;
- Приказ Министерства образования и науки РФ от 23 августа 2017 г. N 816 «Об утверждении Порядка применения организациями, осуществляющими образовательную деятельность, электронного обучения, дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ»;
- ФГОС ВО по направлению подготовки 09.04.01 Информатика и вычислительная техника (уровень магистратуры), утвержденного приказом Минобрнауки России от 19 сентября 2017 г. № 918, а также профессионального стандарта «Руководитель разработки программного обеспечения» утвержденного приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 22 июля 2022 г. № 423н;
- Решение Ученого совета ФГБОУ ВО «Самарский государственный медицинский университет» Минздрава России по вопросу «Проблемы и перспективы дополнительного профессионального образования работников сферы здравоохранения» от 25.03.2016 г.;
- Решение Ученого совета ФГБОУ ВО «Самарский государственный медицинский университет» Минздрава России по вопросу «Стратегия развития образовательной сферы университета (дипломный и последипломный этапы)» от 25.10.2019 г.