

Р. М. Хусаинов

МОБИЛЬНОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ РАСПОЗНАВАНИЯ ОБЪЕКТОВ ДОРОЖНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ

Ключевые слова: распознавание объектов, мобильное приложение, операционная система, нейросетевая модель, смартфон.

В статье рассматривается задача распознавания объектов дорожной инфраструктуры с использованием разработанного мобильного приложения. Обоснована необходимость использования нейросетевых моделей YOLOv8 для решения данной задачи. При реализации мобильного приложения выбран язык программирования Kotlin, среда разработки Android Studio 2024.2.1. Разработка мобильного приложения «Ассистент водителя» проводилась на ноутбуке с процессором Intel Pentium CPU 3825U с частотой 1.9 ГГц, оперативной памятью 8 Гб, под управлением 64-разрядной операционной системы Windows 10 Pro. Основными компонентами мобильного приложения являются модуль камеры, модуль выбора моделей и экспериментально-исследовательский модуль. Модуль камеры включает разрешение на проведение фото- или видеосъемки. Модуль выбора моделей включает обученные нейросетевые модели YOLOv8 (YOLOv8n, YOLOv8l, YOLOv8m, YOLOv8s, YOLOv8x). Экспериментально-исследовательский модуль включает распознавание объектов в режиме реального времени, получение результата ее оценки вероятности. Главное окно мобильного приложения включает следующие вкладки: «выбор модификации модели YOLOv8», «время обработки» (содержит время распознавания объекта в миллисекундах); «порог уверенности» (задается значение от 0 до 1 для уверенности модели в том, что объект определенного класса присутствует в данной области изображения или видеокадра); «IoU (Коэффициент Жаккара)» (задается значение от 0 до 1 для перекрытия между предсказанным прямоугольником и истинной рамкой). Приведены примеры функционирования мобильного приложения в режиме реального времени. В перспективе целесообразно усовершенствования мобильного приложения «Ассистент водителя», а также внедрение и практическое использование в компаниях по производству наземных транспортных средств (легковые и грузовые автомобили), а также общественных transports (автобусы, троллейбусы).

R. M. Khusainov

ROAD INFRASTRUCTURE OBJECT RECOGNITION SOFTWARE PACKAGE

Keywords: object recognition, mobile application, operating system, neural network model, smartphone.

The article considers the problem of recognizing road infrastructure objects using the developed mobile application. The necessity of using YOLOv8 neural network models to solve this problem is substantiated. When implementing the mobile application, the Kotlin programming language and the Android Studio 2024.2.1 development environment were chosen. The Driver Assistant mobile application was developed on a laptop with an Intel Pentium CPU 3825U processor with a frequency of 1.9 GHz, 8 GB RAM, running the 64-bit Windows 10 Pro operating system. The main components of the mobile application are the camera module, the model selection module, and the experimental research module. The camera module includes permission to take photos or videos. The model selection module includes trained YOLOv8 neural network models (YOLOv8n, YOLOv8l, YOLOv8m, YOLOv8s, YOLOv8x). The experimental research module includes real-time object recognition and obtaining the result of its probability assessment. The main window of the mobile application includes the following tabs: «select YOLOv8 model modification», «processing time» (contains the object recognition time in milliseconds); «confidence threshold» (a value from 0 to 1 is set for the model's confidence that an object of a certain class is present in a given area of the image or video frame); «IoU (Jaccard coefficient)» (a value from 0 to 1 is set for the overlap between the predicted rectangle and the true frame). Examples of the mobile application functioning in real time are given. In the future, it is advisable to improve the «Driver Assistant» mobile application, as well as implement and use it in practice in companies producing land vehicles (cars and trucks), as well as public transport (buses, trolleybuses).

Введение

В настоящее время современные технологии стремительно развиваются, и одно из важных перспективных направлений является разработка мобильных приложений, в которых используются алгоритмы распознавания объектов на изображении [1-3]. Системы распознавания объектов [4, 5] применяются в различных отраслях: в медицине (распознавание пациента по эмоциям, выявление диагнозов), в интеллектуальных транспортных системах (распознавание дорожных знаков) [6, 7].

Существуют множество факторов, способных повлиять на безопасность дорожного движения, из наиболее критичных является усталость водителей

[8-10]. Чувство усталости может привести к серьезным последствиям, включая дорожно-транспортные происшествия [11-13]. В связи с этим разработка мобильного приложения для распознавания объектов дорожной инфраструктуры становится более актуальной [14-16]. Для этого требуется разработка мобильного приложения «Ассистент водителя», способного уведомлять его о необходимости принять правильное решение, исключающее вероятность возникновения дорожно-транспортного происшествия [17-19].

Для разработки мобильного приложения по распознаванию объектов дорожной инфраструктуры необходимо следующие инструментальные средства:

обученные нейросетевые модификации модели YOLOv8 (YOLOv8n, YOLOv8l, YOLOv8m, YOLOv8s, YOLOv8x), среда разработки Android Studio [20-22].

Состав мобильного приложения

В результате исследования разработана и зарегистрирована программа для ЭВМ «Мобильное приложение для распознавания объектов дорожной инфраструктуры» [23].

Для написания программного кода по разработке мобильного приложения выбран язык программирования Kotlin [24-26]. При реализации мобильного приложения «Ассистент водителя» использовалась среда разработки Android Studio 2024.2.1 [27-29]. Мобильное приложение совместимо с операционной системой Android (версия 10 или выше) [30-32]. Для проведения исследований использован смартфон модели Redmi 13 [33, 34].

Предупреждающее окно мобильного приложения «Ассистент водителя» представлено на рисунке 1.

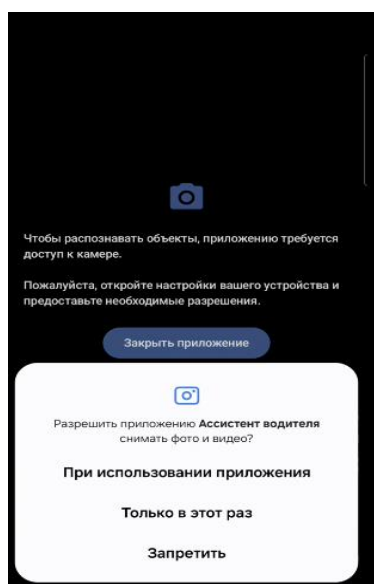


Рис. 1 – Предупреждающее окно мобильного приложения

Fig. 1 – Warning window of the mobile application

Как видно из рисунка, мобильное приложение спрашивает разрешение у пользователя, можно ли использовать съемку фото или видео [35, 36]. Если нажать кнопку «При использовании приложения», то при последующем открытии уведомление исчезнет, и приложение начнет работать.

При нажатии кнопки «Только в этот раз» мобильное приложение будет повторно запрашивать у пользователя разрешение на проведение съемки фото или видео.

Если нажать кнопку «Запретить», то мобильное приложение прекратит проводить съемку фото или видео, и оно закроется.

Главное окно мобильного приложения представлено на рисунке 2.

Главное окно включает следующие вкладки:

- «Выбор модели» (содержит модификации модели YOLOv8);
- «Время обработки» (содержит время распознавания объекта в миллисекундах);
- «Порог уверенности» (задается значение от 0 до 1 для уверенности модели в том, что объект определенного класса присутствует в данной области изображения или видеокадра);
- «IoU (Коэффициент Жаккара)» (задается значение от 0 до 1 для перекрытия между предсказанным прямоугольником и истинной рамкой) [37];
- «Добавить модель» (при необходимости можно загружать обученные модели YOLOv8: YOLOv8x, YOLOv8l).

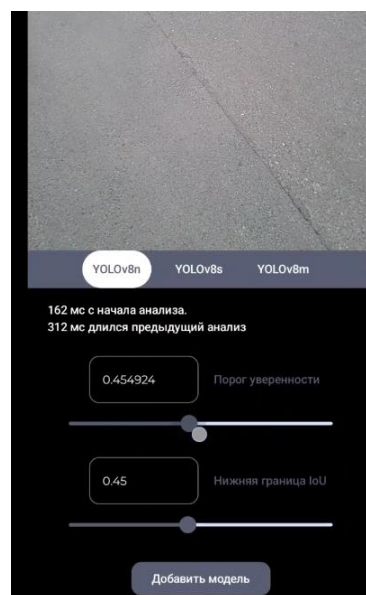


Рис. 2 – Главное окно мобильного приложения

Fig. 2 – Main window of the mobile application

Пользователи могут использовать приложение на смартфонах с операционной системой Android и установить на автомобильных держателях [38-40].

Пример функционирования мобильного приложения

Приведем пример функционирования мобильного приложения «Ассистент водителя». При нажатии иконки приложения загружается предупреждающее окно с разрешением проведения фото- или видеосъемки.

При нажатии кнопки «Добавить модель» загружается окно с выбором обученных нейросетевых моделей (YOLOv8n, YOLOv8l, YOLOv8m, YOLOv8s, YOLOv8x), представленных на рисунке 3.

После выбора нейросетевых моделей необходимо задать порог уверенности (например, $\text{conf} = 0.52$) и коэффициент Жаккара (например, $\text{IoU} = 0.45$).

Результат распознавания дорожного знака с оценкой вероятности $\sigma(t_0) = 0.9228$ представлен на рисунке 4.

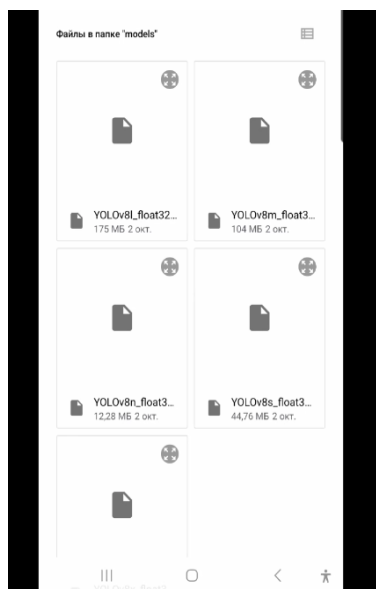


Рис. 3 – Окно выбора нейросетевых моделей

Fig. 3 – Window for selecting neural network models



Рис. 5 – Пример распознавания дорожных знаков и дорожной разметки с использованием мобильного приложения

Fig. 5 – Example of recognizing road signs and road markings using a mobile application

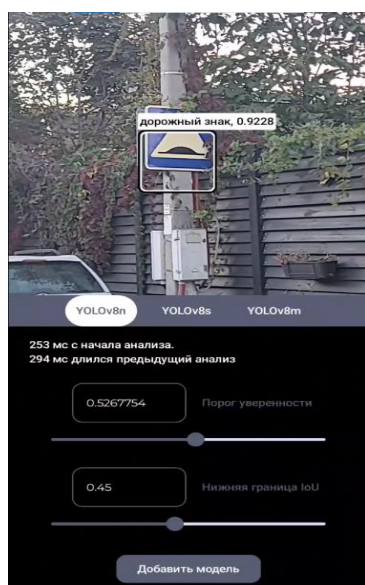


Рис. 4 – Пример распознавания дорожного знака с использованием мобильного приложения

Fig. 4 – Example of road sign recognition using a mobile application

Результаты распознавания дорожных знаков с оценкой вероятности $\sigma(t_0) = 0.954$, $\sigma(t_1) = 0.5401$ и дорожной разметки $\sigma(t_2) = 0.5129$ представлены на рисунке 5.

Как видно из рис. 5 при высоком пороге уверенности ($\text{conf} = 0.5$) и коэффициенте Жаккара ($\text{IoU} = 0.7$) мобильное приложение выдает правильные результаты распознавания объектов дорожной инфраструктуры.

Практическое использование мобильного приложения

Мобильное приложение «Ассистент водителя» имеет множество практических применений, включая следующие аспекты:

- безопасность на дороге (предупреждение водителя о распознанных объектах в сложных погодных условиях);
- обнаружение пешеходных переходов и велосипедных дорожек (своевременное предупреждение водителя об их появлении);
- мониторинг дорожной обстановки (приложение распознает временные дорожные знаки при проведении аварийных работ и уведомляет водителя о необходимости изменения маршрута);
- комфорт вождения (за счет автоматизации распознавания объектов дорожной инфраструктуры водитель может легко ориентироваться на перекрестках, не отвлекаясь на их поиск);
- обучение начинающих водителей (использование приложения при их подготовке к вождению с инструктором в городах с загруженным трафиком).

Таким образом, мобильное приложение «Ассистент водителя» является вспомогательным устройством для водителя - лица, принимающего решение по распознаванию объектов в дорожных сценах.

Закключение

На основе обученных нейросетевых моделей реализовано мобильное приложение для распознавания объектов дорожной инфраструктуры.

Лицо, принимающее решение (водитель) по распознаванию объектов дорожной инфраструктуры, использует обученную нейросетевую модель

YOLOv8, которая проводит обработку изображений (выделение прямоугольником обнаруженные объекты) и показывает результат с указанием оценки вероятности этих объектов.

В перспективе, с целью развития научного направления, связанного с вопросами распознавания объектов дорожной инфраструктуры по классам, целесообразно совершенствование мобильного приложения «Ассистент водителя», расширение классов, а также их внедрение и практическое использование в компаниях по производству наземных транспортных средств (легковых и грузовых автомобилей), а также общественных транспортов (автобусов, троллейбусов).

Литература

1. О.А. Пырнова, Р.С. Зарипова, *International Journal of Advanced Studies*, **12**, 3-2, 46-51 (2022).
2. Н.Д. Кошелев, А. Алхатем, К.С. Новиков, А.Д. Цуприк, Н.К. Юрков, *Надежность и качество сложных систем*, **2** (38), 85-91 (2022).
3. Е.А. Салтанаева, С.М. Куценко, *Научно-технический вестник Поволжья*, **12**, 376-378 (2023).
4. М.А. Роженцева, Э.М. Вихтенко, *В сборнике: Информационные технологии и высокопроизводительные вычисления. материалы V Международной научно-практической конференции*, 271-277 (2019).
5. А.В. Скрыпников, В.В. Денисенко, Е.Г. Хитров, К.С. Евтеева, И.И. Савченко, *Современные наукоемкие технологии*, 6-1, 91-95 (2021).
6. Д.Г. Краус, А.Г. Ташлинский, *Современные проблемы проектирования, производства и эксплуатации радиотехнических систем*, **5**, 117-118 (2017).
7. И.В. Винокуров, *Электронный журнал: наука, техника и образование*, **3** (21), 35-42 (2018).
8. Е.В. Голов, *Вестник гражданских инженеров*, **3** (86), 139-148 (2021).
9. В.Д. Кондратьев, В.В. Лисин, *Безопасность дорожного движения*, **3**, 5-12 (2022).
10. Е.В. Печатнова, В.Н. Кузнецов, *Вестник Сибирского государственного автомобильно-дорожного университета*, **19**, 2 (84), 224-235 (2022).
11. И.Б. Лашков, А.В. Смирнов, А.М. Кашевник, *Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики*, **15**, 6, 1130-1138 (2015).
12. Д.В. Копыл, А.А. Шубакин, А.А. Поделякин, *Безопасность дорожного движения*, **1**, 21-25 (2021).
13. Е. Пономарева, А. Савина, *Экономическая политика*, **17**, 4, 128-153 (2022).
14. А.Н. Новиков, С.В. Еремин, А.В. Кулев, Д.О. Ломакин, *Мир транспорта и технологических машин*, **1** (72), 47-54 (2021).
15. В.А. Евсина, С.Н. Широбокова, В.А. Жжонов, В.А. Евсин, *Инженерный вестник Дона*, **4** (88), 144-151 (2022).
16. Р.М. Хусаинов, Н.Г. Талипов, А.С. Катасёв, *Информационные технологии*, **29**, 9, 484-491 (2023).
17. Д.А. Гоголев, Л.С. Шепетева, *Модернизация и научные исследования в транспортном комплексе*, **1**, 310-313 (2022).
18. Д.В. Паршин, *Право и государство: теория и практика*, **5** (209), 139-141 (2022).
19. Д.С. Ратушин, *Новые материалы и технологии в машиностроении*, **39**, 80-82 (2024).
20. Р.М. Хусаинов, Н.Г. Талипов, *Вестник Технологического университета*, **27**, 8, 116-119 (2024).
21. А.В. Постолиит, *Мир транспорта*, **19**, 1 (92), 74-90 (2021).
22. А.С. Катасёв, Н.И. Фаттахов, *Вестник Технологического университета*, **26**, 3, 79-84 (2023).
23. Р.М. Хусаинов. Свид. о гос. рег. пр. для ЭВМ № 2024683215 (2024).
24. *Руководство по языку Kotlin*. URL: <https://kotlinlang.ru/> (дата обращения: 14.10.2024).
25. Д.Ю. Какутин, А.С. Дмитриев, И.А. Абрамов, *Инженерный вестник Дона*, **5** (89), 27-33 (2022).
26. К.А. Зуева, В.Ю. Белаш, *Дневник науки*, **4** (64), 1-8 (2022).
27. *Android Studio Release Updates: 2024*. URL: <https://androidstudio.googleblog.com/2024/> (дата обращения: 14.10.2024).
28. С.Э. Ларин, В.Ю. Белаш, *Тенденции развития науки и образования*, 107-8, 168-170 (2024).
29. А.А. Трунов, А.А. Ульянова, *Информационные технологии в образовании*, **4**, 246-251 (2021).
30. *Android 10*. URL: https://www.android.com/intl/ru_ru/android-10/ (дата обращения: 14.10.2024).
31. В.С. Богданова, *Наука и производство Урала*, **18**, 75-78 (2022).
32. Л.А. Чуканов, Д.Д. Смирнов, Г.Д. Ефимов, *Время науки*, 2-3, 70-74 (2022).
33. *Обзор Redmi 13: лучшие, чем Redmi 12, да еще и дешевле*. URL: <https://goodmi.ru/blog-xiaomi-na-russkom/stati/obzor-redmi-13-luchshe-chem-redmi-12-da-eshe-i-deshevle/> (дата обращения: 14.10.2024).
34. *Xiaomi 13*. URL: <https://www.mi.com/ru/product/xiaomi-13/specs/> (дата обращения: 14.10.2024).
35. М.И. Шундрин, Д.В. Начаров, В.Т. Дидус, *Современные проблемы радиоэлектроники и телекоммуникаций*, **6**, 155 (2023).
36. А.Н. Панченко, *Тенденции развития науки и образования*, 106-9, 68-70 (2024).
37. А.И. Султанова, *Информатика: проблемы, методы, технологии. Материалы XXII Международной научно-практической конференции им. Э.К. Алгазинова*, 741-748 (2022).
38. М.И. Кано, *Динамика систем, механизмов и машин*, **11**, 1, 81-84 (2023).
39. П.В. Стрюков, Д.В. Герберт, *Информационные технологии в управлении и экономике*, **2** (35), 4-8 (2024).
40. С.А. Дехтиевский, Г.С. Бударный, *Научный аспект*, **43**, 4, 5642-5648 (2024).

References

1. O.A. Pynova, R.S. Zaripova, *International Journal of Advanced Studies*, **12**, 3-2, 46-51 (2022).
2. N.D. Koshelev, A. Alkhatem, K.S. Novikov, A.D. Tsuprik, N.K. Yurkov, *Reliability and Quality of Complex Systems*, **2** (38), 85-91 (2022).
3. E.A. Saltanaeva, S.M. Kutsenko, *Scientific and Technical Bulletin of the Volga Region*, **12**, 376-378 (2023).
4. M.A. Rozhentseva, E.M. Vihtenko, *In Proceedings of the V International Scientific and Practical Conference*, 271-277 (2019).
5. A.V. Skrypnikov, V.V. Denisenko, E.G. Khitrov, K.S. Evteeva, I.I. Savchenko, *Sovremennye naukoymkie tekhnologii*, 6-1, 91-95 (2021).
6. D.G. Kraus, A.G. Tashlinsky, *Modern problems of design, production and operation of radio engineering systems*, **5**, 117-118 (2017).
7. I.V. Vinokurov, *Electronic journal: science, technology and education*, **3** (21), 35-42 (2018).
8. E.V. Golov, *Vestnik civil engineers*, **3** (86), 139-148 (2021).
9. V.D. Kondratyev, V.V. Lisin, *Safety of Road Traffic*, **3**, 5-12 (2022).

10. E.V. Pechatnova, V.N. Kuznetsov, *Bulletin of the Siberian State Automobile and Road University*, **19**, 2 (84), 224-235 (2022).
11. I.B. Lashkov, A.V. Smirnov, A.M. Kashevnik, *Scientific and Technical Bulletin of Information Technologies, Mechanics and Optics*, **15**, 6, 1130-1138 (2015).
12. D.V. Kopyl, A.A. Shubakin, A.A. Podelyakin, *Safety of Road Traffic*, **1**, 21-25 (2021).
13. E. Ponomareva, A. Savina, *Economic Policy*, **17**, 4, 128-153 (2022).
14. A.N. Novikov, S.V. Eremin, A.V. Kulev, D.O. Lomakin, *The World of Transport and Technological Machines*, **1** (72), 47-54 (2021).
15. V.A. Evsina, S.N. Shirobokova, V.A. Zhzhonov, V.A. Evsin, *Engineering Bulletin of Don*, **4** (88), 144-151 (2022).
16. R.M. Khusainov, N.G. Talipov, A.S. Katasev, *Information Technologies*, **29**, 9, 484-491 (2023).
17. D.A. Gogolev, L.S. Shepeteva, *Modernization and Scientific Research in the Transport Complex*, **1**, 310-313 (2022).
18. D.V. Parshin, *Law and State: Theory and Practice*, **5** (209), 139-141 (2022).
19. D.S. Ratushin, *New Materials and Technologies in Mechanical Engineering*, **39**, 80-82 (2024).
20. R.M. Khusainov, N.G. Talipov, *Bulletin of Technological University*, **27**, 8, 116-119 (2024).
21. A.V. Postolit, *The World of Transport*, **19**, 1 (92), 74-90 (2021).
22. A.S. Katasev, N.I. Fattakhov, *Herald of Technological University*, **26**, 3, 79-84 (2023).
23. R.M. Khusainov. Svid. o gos. reg. pr. for computer No. 2024683215 (2024).
24. *Guide to the Kotlin language*. URL: <https://kotlinlang.ru/> (date of reference: 14.10.2024).
25. D.Yu. Kakutin, A.S. Dmitriev, I.A. Abramov, *Engineering Bulletin of Don*, **5** (89), 27-33 (2022).
26. K.A. Zueva, V.Y. Belash, *Dnevnik nauki*, **4** (64), 1-8 (2022).
27. *Android Studio Release Updates: 2024*. URL: <https://androidstudio.googleblog.com/2024/> (date of reference: 14.10.2024).
28. S.E. Larin, V.Y. Belash, *Trends in the development of science and education*, 107-8, 168-170 (2024).
29. A.A. Trunov, A.A. Ulyanova, *Information technologies in education*, **4**, 246-251 (2021).
30. *Android*. URL: https://www.android.com/intl/ru_ru/android-10/ (date of reference: 14.10.2024).
31. V.S. Bogdanova, *Science and Production of the Urals*, **18**, 75-78 (2022).
32. L.A. Chukanov, D.D. Smirnov, G.D. Efimov, *Vremya nauki*, 2-3, 70-74 (2022).
33. *Redmi 13 review: better than Redmi 12, and even cheaper*. URL: <https://goodmi.ru/blog-xiaomi-narusskom/stati/obzor-redmi-13-luchshe-chem-redmi-12-da-esche-i-deshevle/> (date of reference: 14.10.2024).
34. *Xiaomi 13*. URL: <https://www.mi.com/ru/product/xiaomi-13/specs/> (access date: 14.10.2024).
35. M.I. Shundrin, D.V. Nacharov, V.T. Didus, *Modern problems of radio electronics and telecommunications*, **6**, 155 (2023).
36. A.N. Panchenko, *Trends in the Development of Science and Education*, 106-9, 68-70 (2024).
37. A.I. Sultanova, *Informatics: problems, methods, technologies. Proceedings of XXII International Scientific and Practical Conference named after E.K. Algazinov*, 741-748 (2022).
38. M.I. Cano, *Dynamics of Systems, Mechanisms and Machines*, **11**, 1, 81-84 (2023).
39. P.V. Stryukov, D.V. Herbert, *Information Technologies in Management and Economics*, **2** (35), 4-8 (2024).
40. S.A. Dekhtievsky, G.S. Budarny, *Scientific Aspect*, **43**, 4, 5642-5648 (2024).

© **Р. М. Хусанов** – аспирант кафедры Систем информационной безопасности, Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева, Казань, Россия, rumil_husainov98@mail.ru.

© **R. M. Khusainov** – PhD-student of the Information Security Systems department, Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev, Kazan, Russia, rumil_husainov98@mail.ru.