

УДК 656.259.9

А.А. Барышников, А.С. Куприянов, М.Э. Скоробогатов

Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Иркутск, Российская Федерация

АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЙ RFID И NFC ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ СКЛАДСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА

Аннотация. Статья охватывает анализ технологий RFID и NFC, а также их применения для автоматизации складской деятельности. Исследуются основные принципы их построения, структура и основные элементы. Рассмотрены преимущества и потенциал обеих технологий, выявленные недостатки. Рассматриваются факты успешной реализации данных технологий в организации складской деятельности, а также перспективы их использования в производственной деятельности предприятий.

Ключевые слова: RFID, NFC, беспроводные технологии, передача данных, организация производства.

А.А. Baryshnikov, A.S. Kupriyanov, M.E. Skorobogatov

Irkutsk State Transport University, Irkutsk, the Russian Federation

ANALYSIS OF RFID AND NFC TECHNOLOGIES FOR AUTOMATION OF WAREHOUSE PRODUCTION ACTIVITIES

Abstract. The article covers an analysis of RFID and NFC technologies, as well as their applications for automation of warehouse activities. The basic principles of their construction, structure and basic elements are explored. The advantages and potential of both technologies and the identified shortcomings are considered. The facts of the successful implementation of these technologies in the organization of warehouse activities, as well as the prospects for their use in the production activities of enterprises are considered.

Key words: RFID, NFC, wireless technologies, data transmission, production organization.

Введение

В настоящее время развитие технологического потенциала играет важную роль в повышении эффективности работы производства [1]. Одним из наиболее перспективных и инновационных решений для организации работы склада являются RFID (Radio Frequency Identification) и NFC (Near Field Communication). Эти технологии предоставляют организациям возможность автоматизировать процессы отслеживания и управления запасами, улучшая точность и скорость операций [2, 3].

Внедрение технологий RFID и NFC в организацию работы склада позволяет сократить время инвентаризации, уменьшить количество ошибок в учете товаров, улучшить управление запасами и ускорить процессы доставки. Кроме того, эти технологии позволяют создать прозрачность в цепи поставок, предоставляя реальную и точную информацию о перемещении товаров от поставщиков до конечных потребителей. Это помогает в оптимизации производственных и логистических процессов, минимизации потерь и повышении уровня обслуживания клиентов.

В данной статье были рассмотрены основные преимущества, применение и потенциал технологий RFID и NFC в организации работы склада, а также некоторые существующие решения и лучшие практики в их использовании.

Технология RFID

RFID — это технология, позволяющая осуществлять беспроводную идентификацию и отслеживание объектов с помощью радиоволн [4].

Система RFID состоит из трех основных компонентов (рис.1): RFID-меток, RFID-считывателей и серверной системы или программного обеспечения для управления и обработки данных.



Рис. 1. Структурная схема работы технологии RFID

RFID-метки — это небольшие электронные устройства (транспондеры), состоящие из микрочипа и антенны [5]. Они могут быть активными (питающимися от внутренней батареи) или пассивными (питающимися от электромагнитного поля RFID-считывателя). Пассивные метки получили наибольшее распространение из-за более низкой стоимости и меньшего размера. Каждая метка RFID имеет уникальный идентификатор (ID), который позволяет отслеживать и идентифицировать связанный объект.

RFID-считыватели — это устройства, которые излучают радиочастотные сигналы для связи с RFID-метками. Когда метка RFID попадает в зону действия сигнала считывателя RFID, она активирует метку и подает на нее питание. Затем считыватель считывает информацию, хранящуюся на микрочипе метки, например, уникальный идентификатор или дополнительные данные. Считыватели могут быть портативными или стационарными.

Управление данными и серверная система – данные, собранные считывателями RFID, обычно отправляются в серверную систему для обработки и хранения. Эта система может включать в себя программные приложения, которые анализируют и интерпретируют собранные данные. Серверная система может интегрироваться с другими бизнес-системами, такими как программное обеспечение для управления запасами или цепочки поставок.

На современном этапе развития производства технология RFID применяется в следующих областях науки и техники:

- управление запасами: технология RFID может использоваться для автоматизации отслеживания запасов, обеспечивая более быстрый и точный подсчет запасов, уменьшая дефицит и оптимизируя процессы пополнения запасов [6];

- управление цепочками поставок: RFID может улучшить прозрачность цепочки поставок, позволяя лучше отслеживать товары, уменьшая количество ошибок и обеспечивая более эффективные логистические операции;

- отслеживание активов: RFID-метки могут быть прикреплены к активам, таким как оборудование, транспортные средства или дорогостоящие предметы, что позволяет организациям отслеживать их местоположение, отслеживать потребности в техническом обслуживании и предотвращать потери или кражи;

- розничная торговля и точки продаж: RFID-метки на продуктах позволяют ускорить процесс оформления заказа, автоматизировать повторный заказ и улучшить предотвращение краж в розничных магазинах [7];

- здравоохранение: RFID можно использовать для идентификации пациентов, отслеживания медицинского оборудования и управления запасами лекарств, что повышает безопасность пациентов и эффективность работы в медицинских учреждениях [8].

В целом, технология RFID предлагает множество преимуществ для различных отраслей, повышая эффективность, точность и прозрачность в управлении запасами, операциях цепочки поставок, отслеживании активов и других приложениях. Основными преимуществами технологии RFID являются:

- автоматизация и эффективность;

- точные данные в режиме реального времени;
- повышенная видимость и отслеживаемость;
- экономия средств;
- повышенная безопасность.

Также, важно отметить существующие недостатки технологии RFID:

- экранирование при размещении меток на металлических поверхностях;
- подверженность помехам в виде электромагнитных полей;
- взвешенные в воздухе частицы (водяной пар, пыль и т.д.) могут поглощать энергию радиоволн, что будет приводить к её низкому уровню на антенне метки и ненадлежащей передаче данных.

Важно отметить, что внедрение технологии RFID требует обновления инфраструктуры, включая считыватели и антенны RFID, развертывание меток и интеграцию с существующими системами. Кроме того, при внедрении RFID необходимо решить задачи конфиденциальности и кибербезопасности, поскольку эта технология предполагает сбор и хранение данных [9]. Организации, применяющие технологию RFID, должны обеспечить соблюдение соответствующих правил и принять меры безопасности для защиты собранных данных.

Технология NFC

NFC — это технология беспроводной связи малого радиуса действия, которая обеспечивает безопасный обмен данными между устройствами, когда они находятся в непосредственной близости (обычно в пределах нескольких миллиметров). NFC основывается на принципах технологии RFID, но предлагает дополнительные возможности, включая двустороннюю связь и возможность взаимодействия с мобильными устройствами с поддержкой NFC [10, 11].

NFC работает по принципу электромагнитной индукции (рис. 2), когда два устройства с поддержкой NFC образуют соединение, в том случае, если они расположены близко друг к другу. Для установления канала связи NFC использует высокочастотные радиоволны (13,56 МГц).

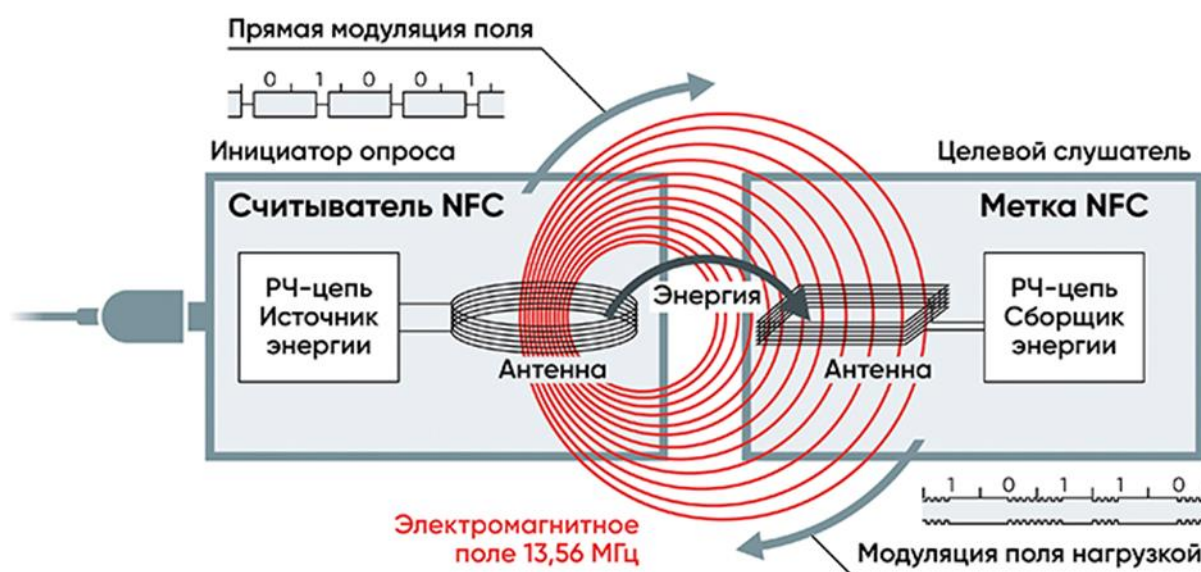


Рис. 2. Структурная схема работы технологии NFC

NFC поддерживает два режима передачи данных: одноранговый режим и режим чтения/записи. В одноранговом режиме два устройства NFC могут обмениваться данными друг с другом. В режиме чтения/записи устройство NFC может считывать данные из тегов NFC или записывать в них данные.

NFC-метки представляют собой небольшие пассивные устройства, состоящие из микрочипа и антенны. Они хранят информацию, которую может прочитать устройство NFC или мобильный телефон. Теги NFC обычно используются для хранения URL-адресов, контактной информации или небольших объемов данных. Их можно встраивать в продукты, этикетки или наклейки.

Технология NFC совместима с различными мобильными устройствами, включая смартфоны, планшеты и носимые устройства. Многие современные смартфоны оснащены чипами NFC, что позволяет легко интегрировать и использовать возможности NFC.

Некоторые устройства с поддержкой NFC, например, смартфоны, имеют элемент безопасности, обеспечивающий безопасное хранение и обработку конфиденциальных данных. Защищенный элемент может хранить учетные данные, такие как информация о кредитной карте или ключи доступа для защищенных приложений.

Областью применения технологии NFC является:

- бесконтактные платежи: мобильные устройства с поддержкой NFC можно использовать для бесконтактных платежей, надежно сохраняя информацию о кредитной карте в защищенном элементе устройства [12];

- контроль доступа и безопасность: NFC можно использовать для безопасных систем контроля доступа, позволяя уполномоченному персоналу открывать двери или получать доступ в зоны с ограниченным доступом [13];

- продажа билетов и транспорт: технология NFC обеспечивает бесконтактную продажу билетов на транспорт, мероприятия, концерты и другие места, обеспечивая эффективный и удобный пользовательский опыт;

- обмен информацией: устройства NFC могут обмениваться различными типами данных, например, URL-адресами, контактной информацией или небольшими файлами, соединяя их вместе;

- аутентификация продукта: теги NFC можно использовать для защиты от подделок, встраивая их в продукты и позволяя клиентам проверять подлинность продукта с помощью устройства с поддержкой NFC;

- интеграция «умного дома»: NFC может облегчить настройку устройств «умного дома» и устройств «Интернет вещей», обеспечивая простое сопряжение и передачу данных между устройствами [14].

Главными конкурентными преимуществами технологии NFC являются:

- простота использования;

- безопасность;

- универсальность;

- совместимость;

- интеграция с мобильными устройствами.

Необходимо отметить, что технология NFC требует, чтобы оба устройства (или устройство с поддержкой NFC и метка NFC) находились в непосредственной близости для установления связи, что является её основным недостатком. Кроме того, транзакции NFC могут потребовать участия серверных систем, таких как сети обработки платежей или серверы контроля доступа, для выполнения намеченных действий.

В целом, технология NFC предлагает удобную и безопасную беспроводную связь для различных приложений, позволяя осуществлять бесконтактные платежи, контроль доступа, передачу данных и многое другое. Поскольку устройства с поддержкой NFC становятся все более распространенными, ожидается, что распространение и варианты использования NFC будут продолжать расширяться в будущем [15].

Применимость технологии RFID и NFC в организации работы склада

Многие крупные компании используют беспроводные технологии для учёта и отслеживания массивов объектов. Например, компания Marks&Spencer (Великобритания) использует технологию для контроля срока годности продуктов. У каждого продукта в Marks&Spencer на таре есть метка. Поставщики сети записывают на метках название

продукта и срок его годности. При поступлении товара на склад Marks&Spencer данные распознаются автоматически. Для этой цели используются встроенные считыватели. Система помогает убирать с полок просроченные продукты и вовремя поставлять свежие. После продажи товара на кассе метки очищаются. Затем их прикрепляют к новым товарам, информация перезаписывается.

Компания Toyota наносит метки на контейнеры. Считыватели крепятся на погрузочных трейлерах. Система автоматически выполняет учет продукции, а также контролирует заполненность машин.

Один из крупных Московских стадионов «Открытие Банк Арена», где помимо футбольных матчей, проходят масштабные шоу-программы и музыкальные концерты, так же использует автоматизированный учет инвентаря, что даёт точную информацию о наличии и состоянии имущества, а также позволяет выполнять инвентаризацию в короткие сроки между матчами и мероприятиями.

Заключение

В обозримом будущем без технологий RFID и NFC не будет обходиться ни одно крупное предприятие. Анализ показывает, что эти технологии не только значительно улучшают процессы учета и отслеживания товаров, но и способствуют снижению операционных издержек, а также повышению эффективности логистических процессов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Скоробогатов, М. Э. Бесконтактное оборудование средств сигнализации, централизации и блокировки / М. Э. Скоробогатов, А. А. Елизарьева, Т. О. Комарова // Наукосфера. – 2023. – № 1-1. – С. 352-356. – EDN VVOMEA.
2. Беспилотные летательные аппараты: потенциал использования в системах складирования компаний / Н. Ю. Баркова, Е. Д. Деулина, М. А. Малышева [и др.] // Вестник университета. – 2022. – № 5. – С. 44-52. – DOI 10.26425/1816-4277-2022-5-44-52. – EDN PKNHDC.
3. Кузина, А. Ф. Инновационные подходы к учету запасов / А. Ф. Кузина, Е. Ю. Болотов // Деловой вестник предпринимателя. – 2023. – № 2(12). – С. 15-17. – EDN LTEEWA.
4. Галкин, А. Г. Бесконтактный RFID-контроль изоляторов / А. Г. Галкин, Т. А. Несенюк, О. А. Шерстюченко // Транспорт Урала. – 2014. – № 1(40). – С. 65-70. – EDN RYMAWJ.
5. Губина, А. А. Особенности и сферы применения радиометок / А. А. Губина, Е. А. Антарук // Перспективы инновационного развития угольных регионов России : Сборник трудов IV Международная научно-практическая конференция, Прокопьевск, 04–05 марта 2014 года / Редакционная коллегия: Пудов Е.Ю. (ответственный редактор), Клаус О.А. (ответственный редактор), Бершполец С.И., Конопля А.А.. – Прокопьевск: Филиал Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Кузбасский государственный технический университет имени Т. Ф. Горбачева" в г. Прокопьевске, 2014. – С. 454-456. – EDN TLZJBT.
6. Radio frequency identification for meat supply-chain digitalisation / P. Barge, A. Biglia, L. Comba [et al.] // Sensors. – 2020. – Vol. 20, No. 17. – P. 1-17. – DOI 10.3390/s20174957. – EDN TOQSY.
7. Žnidaršič, A. The profile of future consumer with microchip implant: Habits and characteristics / A. Žnidaršič, A. Baggia, B. Werber // International Journal of Consumer Studies. – 2022. – Vol. 46, No. 4. – P. 1488-1501. – DOI 10.1111/ijcs.12774. – EDN UGJAWS.
8. Тимошук, Ю. С. Анализ технологий бесконтактной автоматической идентификации пациентов / Ю. С. Тимошук, В. В. Маклачкова // DSPA: Вопросы применения цифровой обработки сигналов. – 2022. – Т. 12, № 2. – С. 58-63. – EDN IFVZCK.
9. Возможности осуществления атаки на системы автоматизации с использованием уязвимостей технологии RFID / Д. М. Михайлов, А. А. Шептунов, А. В. Зуйков, А. М. Толстая // Спецтехника и связь. – 2012. – № 5-6. – С. 54-56. – EDN PLBBYR.

10. Лыкова, М. П. Использование технологии ближнего радиуса действия (NFC) / М. П. Лыкова // *Инновационные технологии, экономика и менеджмент в промышленности* : Сборник научных статей II международной научной конференции, Волгоград, 19 февраля 2021 года. – Волгоград: Общество с ограниченной ответственностью "КОНВЕРТ", 2021. – С. 98-99. – EDN MUHNSG.

11. Syed Ameer Abbas, S. Realization of analog circuits in near field communication process for better throughput performance / S. Syed Ameer Abbas, P. Vishnoopriyaa, A. Vinita // *International Journal of Advanced Science and Technology*. – 2020. – Vol. 29, No. 7 Special Issue. – P. 1176-1193. – EDN SVWEXM.

12. Инструментальная технологическая среда для создания массовых мобильных онлайн-сервисов нового поколения. Часть II: Технологии локального взаимодействия / Е. А. Гринина, О. А. Золотарев, И. А. Пименов [и др.] // *Научно-технический вестник Санкт-Петербургского государственного университета информационных технологий, механики и оптики*. – 2008. – № 54. – С. 86-91. – EDN IYFFGZ.

13. Рабинович, А. С. Методика аутентификации пользователя в информационной системе с использованием технологии NFC / А. С. Рабинович, О. В. Казарин // *Вопросы кибербезопасности*. – 2013. – № 2(2). – С. 59-62. – EDN SZEDJF.

14. Чамушов, М. Н. Интернет вещей: технические возможности и этические ограничения / М. Н. Чамушов, Ю. А. Шатунов // *Современные и информационные технологии в социальной сфере* : Сборник научных трудов III Всероссийской научно-практической конференции, Чебоксары, 27 апреля 2023 года. – Чебоксары: Волжский филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ)», 2023. – С. 110-113. – EDN PTVZXT.

15. Астраханцев, Л. А. Разработка ресурсосберегающих электрифицированных технологических процессов / Л. А. Астраханцев, Н. М. Астраханцева, Н. П. Асташков // *Вестник КрасГАУ*. – 2012. – № 8(71). – С. 166-169. – EDN PIHRGL.

REFERENCES

1. Skorobogatov, M. E. Contactless equipment for signaling, centralization and blocking devices / M. E. Skorobogatov, A. A. Elizaryeva, T. O. Komarova // *Scienceosphere*. – 2023. – No. 1-1. – pp. 352-356. – EDN VVOMEA.

2. Unmanned aerial vehicles: potential for use in conditions of complex warehousing of companies / N. Yu. Barkova, E. D. Deulina, M. A. Malysheva [etc.] // *Bulletin of the University*. – 2022. – No. 5. – P. 44-52. – DOI 10.26425/1816-4277-2022-5-44-52. – EDN PKHDC.

3. Kuzina, A. F. Innovative approaches to inventory accounting / A. F. Kuzina, E. Yu. Bolotov // *Business Bulletin of the Entrepreneur*. – 2023. – No. 2(12). – pp. 15-17. – EDN LTEEWA.

4. Galkin, A. G. Non-contact RFID control of insulators / A. G. Galkin, T. A. Nesenjuk, O. A. Sherstyuchenko // *Transport of the Urals*. – 2014. – No. 1(40). – P. 65-70. – EDN RYMAWJ.

5. Gubina, A. A. Features and areas of application of radio tags / A. A. Gubina, E. A. Antaruk // *Prospects for innovative development of coal regions of Russia: Collection of proceedings IV International Scientific and Practical Conference, Prokopyevsk, March 04–05, 2014 of the Year* / Editorial Board: Pudov E.Yu. (executive editor), Klaus O.A. (executive editor), Bershpolets S.I., Konoplya A.A. - Prokopyevsk: Branch of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Professional Education "Kuzbass State Technical University named after T. F. Gorbachev" in Prokopyevsk, 2014. - С 454-456. – EDN TLZJBT.

6. Radio frequency identification for meat supply-chain digitalisation / P. Barge, A. Biglia, L. Comba [et al.] // *Sensors*. – 2020. – Vol. 20, No. 17. – P. 1-17. – DOI 10.3390/s20174957. – EDN TOQQSY.

7. Žnidaršič, A. The profile of future consumer with microchip implant: Habits and characteristics / A. Žnidaršič, A. Baggia, B. Werber // *International Journal of Consumer Studies*. – 2022. – Vol. 46, No. 4. – P. 1488-1501. – DOI 10.1111/ijcs.12774. – EDN UGJAWS.

8. Timoshchuk, Yu. S. Analysis of technologies for contactless automatic identification of patients / Yu. S. Timoshchuk, V. V. Maklachkova // *DSPA: Issues in the use of digital signal processing*. – 2022. – T. 12, No. 2. – P. 58-63. – EDN IFVZCK.

9. Possibilities of attacking automation systems using vulnerabilities of RFID technology / D. M. Mikhailov, A. A. Sheptunov, A. V. Zuikov, A. M. Tolstaya // Special equipment and communications. – 2012. – No. 5-6. – pp. 54-56. – EDN PLBBYR.
10. Lykova, M. P. Use of near-field technology (NFC) / M. P. Lykova // Innovative technologies, economics and management in industry: Collection of scientific articles of the II international scientific conference, Volgograd, February 19, 2021. – Volgograd: Limited Liability Company “CONVERT”, 2021. – P. 98-99. – EDN MUHHSO.
11. Syed Ameer Abbas, S. Realization of analog circuits in near field communication process for better throughput performance / S. Syed Ameer Abbas, P. Vishnoopriya, A. Vinitha // International Journal of Advanced Science and Technology. – 2020. – Vol. 29, No. 7 Special Issue. – P. 1176-1193. – EDN SVWEXM.
12. Instrumental technological environment for creating mass mobile online services of a new generation. Part II: Technologies of local interaction / E. A. Grinina, O. A. Zolotarev, I. A. Pimenov [etc.] // Scientific and technical bulletin of the St. Petersburg State University of Information Technologies, Mechanics and Optics. – 2008. – No. 54. – P. 86-91. – EDN IYFFGZ.
13. Rabinovich, A. S. Methodology for user authentication in an information system using NFC technology / A. S. Rabinovich, O. V. Kazarin // Issues of cybersecurity. – 2013. – No. 2(2). – pp. 59-62. – EDN SZEDJF.
14. Chamushov, M. N. Internet of things: technical capabilities and ethical limitations / M. N. Chamushov, Yu. A. Shatunov // Modern and information technologies in the social sphere: Collection of scientific papers of the III All-Russian Scientific and Practical Conference, Cheboksary, April 27, 2023. – Cheboksary: Volzhsky branch of the federal state budgetary educational institution of higher education “Moscow Automobile and Highway State Technical University (MADI)”, 2023. – P. 110-113. – EDN PTVZXT.
15. Astrakhtantsev, L. A. Development of resource-saving electrified technological processes / L. A. Astrakhtantsev, N. M. Astrakhtantseva, N. P. Astashkov // Bulletin of KrasGAU. – 2012. – No. 8(71). – pp. 166-169. – EDN PIHRGL.

Информация об авторах

Барышников Артем Александрович – студент группы СОД.2-20-1, Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Иркутск, e-mail: abaryshnikov75@gmail.com

Куприянов Андрей Сергеевич – студент группы СОД.2-20-1, Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Иркутск, e-mail: akuprianov010@gmail.com

Скоробогатов Максим Эдуардович – к. т. н., доцент кафедры «Автоматика, телемеханика и связь», Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Иркутск, e-mail: Skor_maxim@mail.ru

Autors

Baryshnikov Artem Alexandrovich – student group SOD.2-20-1, Irkutsk State Transport University, Irkutsk, e-mail: abaryshnikov75@gmail.com

Kupriyanov Andrey Sergeevich – student group SOD.2-20-1, Irkutsk State Transport University, Irkutsk, e-mail: akuprianov010@gmail.com

Skorobogatov Maxim Eduardovich – Ph.D. in Technology, associate professor, the subdepartment of Automation, telemechanics and communication, Irkutsk State Transport University, Irkutsk, e-mail: Skor_maxim@mail.ru