

## **Разработка программного обеспечения для здравоохранения в контексте COVID-19**

**Аннотация.** В статье проведен анализ существующих устройств и приложений в сфере здравоохранения, находящихся в PlayMarket, которые помогают найти приемлемые решения в период коронавирусной инфекции COVID-19. Предложено мобильное приложение с использованием аналитики больших данных, которое способно оказать помощь в условиях пандемии посредством предоставления удаленного доступа с целью онлайн-посещения организаций здравоохранения. Приложение включает отслеживание заразившихся пользователей и сообщает об этом на карте для предупреждения окружающих с соблюдением полной анонимности для самих пользователей. Результаты обработки «больших данных» дают возможность получить данные о пациенте максимально быстро. Скорость доступа к данным и скорость их обработки являются важным критерием качества технологий, входящих в BigData. Доступ к данному приложению планируется осуществить через Google Play.

**Ключевые слова:** COVID-19, здравоохранение, большие данные, мобильная платформа, аутентификация, отслеживание контактов.

**DOI:**<https://doi.org/10.32523/2616-7263-2021-134-1-91-99>

### **Введение**

Создание и развитие мобильных приложений является крупной и активно развивающейся отраслью. В последние несколько лет она динамично развивается из-за растущего числа людей, владеющих смартфонами. В связи с этим многие промышленные гиганты взялись за разработку простых мобильных приложений, такие как Google, Яндекс, Yahoo. Это способствовало развитию информационных технологий в области разработки мобильных устройств, которые позволяют объединять людям многие аспекты повседневной жизни: общение, работу, учебу, обмен данными и т.д.

По статистике сейчас люди пользуются в мобильных телефонах следующими приложениями:

- больше половины (около 53%) взаимодействуют со скачанными приложениями;
- около 52% посещают интернет-сайты;
- не менее трети людей (38%) используют социальные сети;
- меньшее количество играет в мобильные игры (34%);
- приблизительно 3/4 владельцев мобильных устройств, помимо того, что осуществляют звонки, общаются при помощи альтернативных средств, т.е. используют SMS, социальные сети, мессенджеры.

Рынок «умных» медицинских устройств с каждым годом становится все разнообразнее по ассортименту и все больше по объему. Разрабатывая новые устройства, производители стараются улучшить их, добавляя в них дополнительные функции, что приводит к производству multifunctional устройств. Благодаря такому прогрессу становится все сложнее отнести подобные устройства к какой-либо определенной категории.

С помощью таких устройств пользователь имеет возможность производить мониторинг своего физического состояния, а в случае необходимости – отправлять полученные данные врачу [1, 2]. Повсеместное распространение концепции Интернета Вещей предполагает подключение медицинских устройств к глобальной сети для отправки данных на облачные сервера [3,4,5].

Существуют «умные» медицинские устройства, условно разделенные на категории: фитнес-трекеры, часы, слуховые аппараты, глюкомеры, тонометры, ингаляторы и т.д. Пример работы фитнес-трекера представляет собой носимый гаджет компактного размера, предназначенный для контроля физической активности человека показан на рисунке 1.

После анализа медицинских устройств нам было необходимо проанализировать, какие мобильные приложения существуют в данный момент, что они умеют, какой у них интерфейс, то есть удобен он для пользователя или нет, скорость работы и многое другое [6,7]. В основном они представляют собой мобильные программные приложения, использующие цифровое отслеживание контактов в ответ на пандемию COVID-19, то есть процесс выявления лиц, которые могли контактировать с инфицированным человеком. С этой целью было разработано множество приложений с официальной поддержкой правительства в большинстве стран мира. Также разработаны приложения отслеживания контактов, но такие продукты имеют проблемы конфиденциальности, особенно в программном обеспечении, которые основаны на отслеживании географического местоположения пользователей. Учитывая эту проблему, есть такие программные приложения, которые учли данную проблему при разработке и объявили об официальной разработке, испытании или внедрении децентрализованных систем отслеживания близости, где сопоставление обнаружений близости происходит локально на устройствах отдельных пользователей, таких как протокол децентрализованного отслеживания близости (DP-3T) с сохранением конфиденциальности API уведомления о воздействии. Подобные приложения относятся к таким странам, как Австрия, Швейцария, Эстония, Латвия, Канада, Италия, Дания, Финляндия, Германия, Нидерланды и Ирландия.



Рисунок 1. Схема мониторинга физического состояния пациента

Текущая глобальная пандемия коронавирусной инфекции COVID-19, вызванная коронавирусом SARS-CoV-2, впервые была зафиксирована в Ухане, Китай, в декабре 2019 года. 30 января 2020 года Всемирная организация здравоохранения объявила эту вспышку чрезвычайной ситуацией в области общественного здравоохранения, имеющей международное значение, а 11 марта того же года — пандемией.

В свете актуальных событий пришла идея создания мобильного приложения, с помощью которого население, не выходя из дома, может посещать специализированные учреждения, обращаться за помощью в медицинские организации. Для этого началась разработка приложения «Smart med», где пользователи смогут не только обратиться к терапевту с обычными вопросами здравоохранения, но и пройти тест, оценить риск заражения COVID-19, а также получить рекомендации, полную информационно-аналитическую картину, записаться на прием к врачу или вызвать медработника на дом и т.д. Также в приложение включен образовательный курс, где каждый может узнать о мерах профилактики, безопасности, наиболее распространенных мифах о коронавирусе, получить советы.

Таким образом, специалисты рассчитывают проводить превентивные меры, способствующие замедлению распространения коронавирусной инфекции.

### Методы исследования

В первую очередь исследование фокусируется на мобильности и BigData. Проведен обзор трех основных функций, имеются в виду:

- предоставление удобной платформы для медицинских консультаций;
- хранение информации о пациентах;
- мониторинг работы врачей.

Проводятся исследования аналогичных приложений для того, чтобы проанализировать их сильные и слабые стороны.

Например, приложение отслеживания контактов COVID-19 на основе определения местоположения показано на рисунке 2: допустим, лицо А (все, кто использует приложение) отслеживается с использованием GPS-локализаций. Физическое лицо А запрашивает тест SARS-COV-2 (с помощью приложения), и его положительный результат теста вызывает мгновенное уведомление лиц, которые были в тесном контакте. Приложение присылает уведомление, которое рекомендует изоляцию для случая (индивидуальный А) и карантин их контактов.

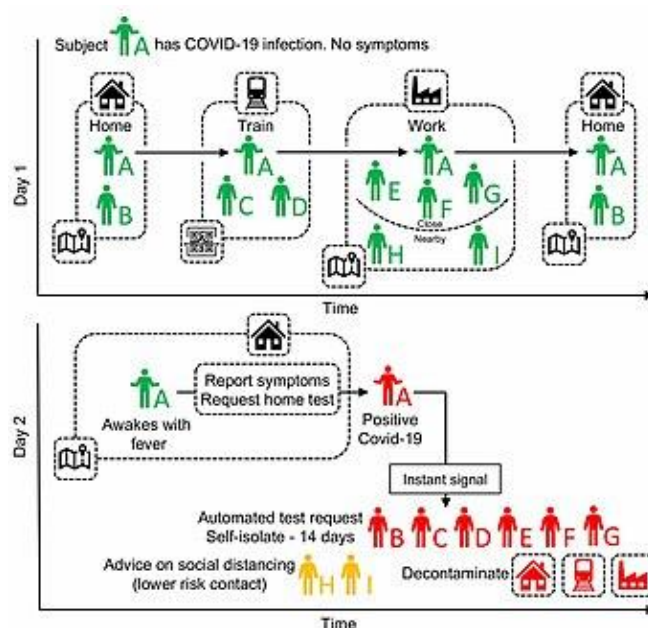


Рисунок 2. Пример предложения для приложения отслеживания контактов COVID-19

Отслеживание контактов является важным фактором контроля инфекционных заболеваний. Оно эффективно, как показала практика, на ранних стадиях вспышки, чем на более поздних, когда большая часть сообщества в любом случае самоизолируется.

С ростом сложности задач увеличивается и сложность аналитической системы и алгоритмов, а также количество необходимых источников данных — от простых сведений из историй болезни и данных биометрического мониторинга до геномных и семейных данных и даже до информации из социальных сетей.

Исследование показывает, как «большие данные» могут не только создать дополнительный источник компенсации затрат, но и повысить качество медицинского обслуживания.

В основе технологии BigData объединена информация, хранящаяся в четырех главных источниках данных, которые сегодня не взаимосвязаны, это:

- данные, полученные в ходе исследований и испытаний;
- данные из клиник по историям болезни и диагностике;
- данные о поведении пациентов, их покупки, отзывы, данные от домашних медицинских приборов и даже от одежды и обуви, таких как кроссовки с сенсорами;
- данные медицинских учреждений об оказании услуг, аптек об отпуске препаратов, сведения о ценах на рынке здравоохранения.

На основе анализа всех этих данных предполагается развивать следующие направления использования BigData:

1. Операционная деятельность медицинских учреждений. Появляется возможность исследования эффективности лечения благодаря обработке всей доступной информации о практике лечения. На основе анализа всех известных историй болезни и диагностики в практику врачей войдет широкое использование систем поддержки принятия решений, позволяющих предоставить клиницисту невиданный ранее доступ к опыту тысяч коллег по всей стране. Методы персональной и профилактической медицины, основанные на удаленном мониторинге пациентов, приведут к существенному сокращению затрат и повышению качества жизни. Распространение различных сенсоров активностей человеческого организма, подключаемых к носимым гаджетам, позволяет сократить необходимость проведения лабораторных исследований, предотвратит неожиданные осложнения, а автоматическое напоминание о необходимости проведения самостоятельных лечебно-профилактических манипуляций повысит качество назначенного лечения.

2. Система ценообразования и оплаты. Анализ счетов и поступлений с помощью автоматических процедур, основанных на машинном обучении и нейронных сетях, позволит сократить число ошибок и хищений при оплате. Формирование ценовых планов, учитывающих реальные возможности населения и потребность в услугах, также увеличивает общие поступления от пациентов. Только системы, работающие с «большими данными», позволяют перейти к оплате, основанной на качестве оказываемой помощи и совместно регулировать расходы на медикаменты и труд медперсонала.

3. Исследования и разработки. Наибольший эффект здесь следует ожидать от новых возможностей предиктивного моделирования при разработке лекарственных препаратов. Не меньшее влияние статистические алгоритмы и инструменты больших данных оказывают на планирование клинических исследований и привлечение пациентов к таким испытаниям. Обработка результатов таких испытаний - еще одно важное приложение «больших данных». Особое место в исследованиях и разработках в здравоохранении сейчас занимают инновации в персонализированной медицине. Основываясь на обработке гигантских объемов генетической информации, которые становятся всё более доступными для человека, врачи смогут назначать абсолютно уникальные лекарственные средства и методы лечения. Наконец, разработки по

выделению паттернов заболеваний позволят получить хорошие прогностические оценки развития различных видов болезней, выделить профили рисков и не только провести профилактические мероприятия, но и спрогнозировать необходимость разработок методов лечения, эффективных для будущих видов заболеваний.

4. Массовый скрининг - предупреждение и выявление эпидемий. Это направление опирается на BigData, развитие технологий позволяет строить как географические и социальные модели здоровья населения, так и предиктивные модели развития эпидемических вспышек.

Таким образом, использование аналитики «больших данных» позволяет поставщикам медицинских услуг сократить длительность пребывания пациентов в стационаре, сдерживать рост затрат и снизить число повторных госпитализаций.

## Результаты

Разработка программного приложения для мобильных устройств — это хороший способ повысить качество услуг, выделиться среди конкурентов и завоевать доверие клиентов. Программное обеспечение написано на фреймворке Xamarin, использовался язык C#.

Xamarin - это фреймворк для кроссплатформенной разработки мобильных приложений (iOS, Android) с использованием языка C# [8,9,10]. Достоинством использования Xamarin является его кроссплатформенность. Пример кода программного обеспечения показан на рисунке 3.

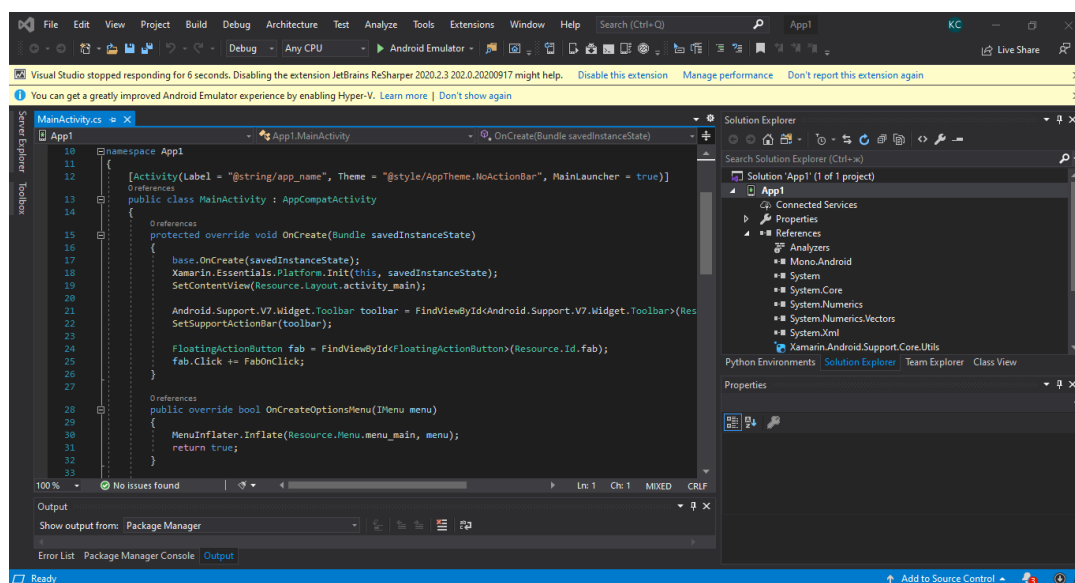


Рисунок 3. Фрагмент кода программного обеспечения

В ходе исследования разработано программное обеспечение для здравоохранения в контексте COVID-19, которое показано на рисунке 4. Программное обеспечение способно дать доступ для медперсонала 24 часа в сутки и 7 дней в неделю к данным пациентов, онлайн-консультациям с врачами в удобное для пациента время по видео, телефону или в чате, возможность записи на прием в ближайшую больницу, онлайн доступ историй приемов, возможность добавления файлов в медицинскую карту и т.д.

Для диагностики важен целый пул информации о пациенте (его покупки, диагнозы, риски каких-либо состояний и т. д.). Данный анализ ведет к новой медицине — персонализированной и превентивной. Так, по результатам анализа больших данных можно предсказать риск заболевания у конкретного человека и оказать своевременную помощь.



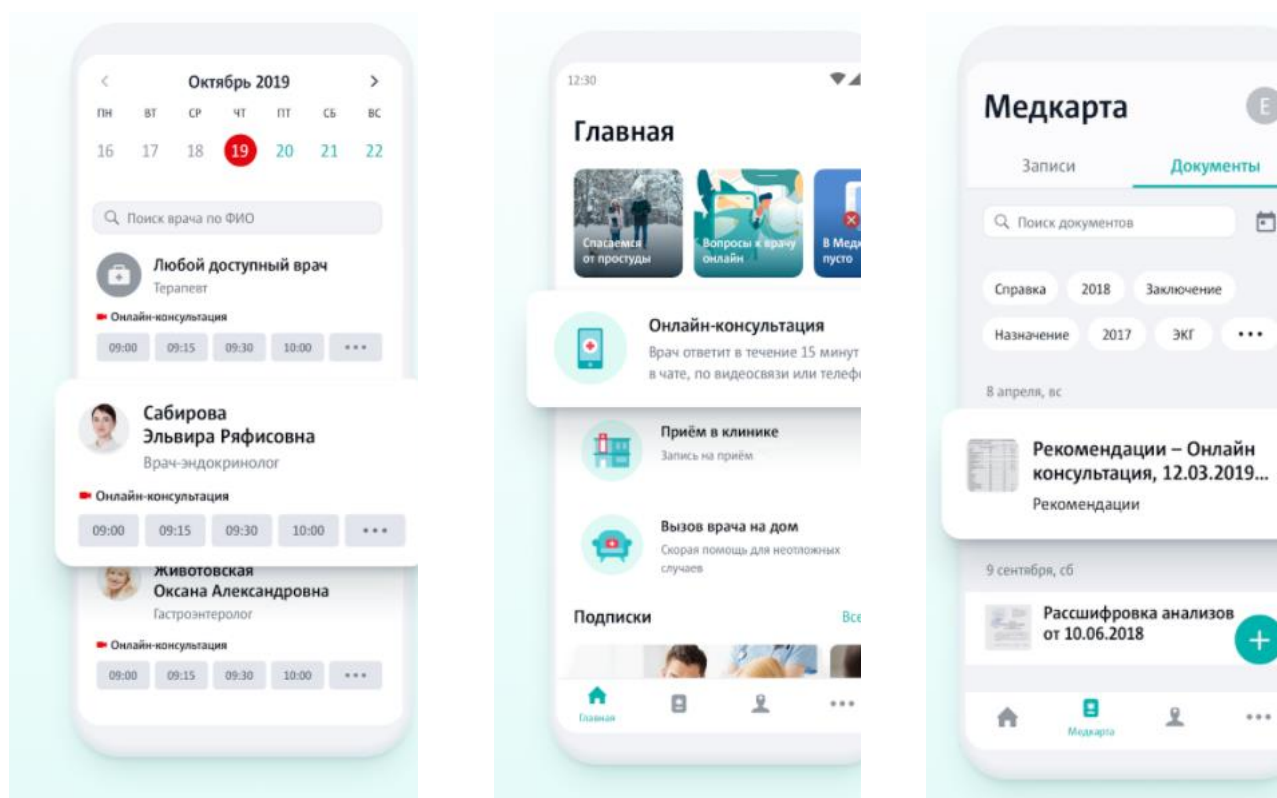


Рисунок 4. Скриншоты программного обеспечения

Превентивная медицина представляется сверхэкономичной, так как фокусирует усилия точно. Например, проведение исследований для каждого пациента по персональному графику, составленному в зависимости от его рисков и показаний врача.

Необходимо обратить внимание на стоимость разработки мобильных приложений. Трудоемкость разработки одного мобильного приложения составляет примерно 250 человеко-часов. Стоимость разработки мобильных приложений ниже, чем у нативных. Это обусловлено тем, что мобильные приложения написанные с фреймворком Xamarin кроссплатформенные и нет необходимости писать разный код для разных операционных систем [11]. Плюсы мобильного приложения заключаются в поддержке жестов, платежей, камеры, датчиков положения устройства, определении геолокации пользователя.

Значительную часть рутины в работе врача можно автоматизировать за счет предварительного сбора и первичного анализа данных. Врач должен принимать решения, получив вводную информацию, но зачастую ее так много, что пациент отсекает эпизоды, которые могут иметь решающее значение.

## Выводы

Национальные мобильные приложения для отслеживания контактов COVID-19 потенциально могут представлять серьезную угрозу правам человека. Изучив функционал и проблематику существующих приложений, мы пришли к выводу, что необходимо создать новое программное обеспечение, которое способно оказать помощь в условиях пандемии для предоставления удаленного доступа с целью онлайн-посещения организаций здравоохранения, включить в нее отслеживание заразившихся пользователей и сообщать об этом на карте для предупреждения окружающим с соблюдением полной анонимности для самих пользователей.

Данное приложение будет доступно через Google Play.

Результаты обработки «больших данных» дают возможность быстро получить данные о пациенте максимально быстро. Программное обеспечение даст возможность превратить аналитику из инструмента, отвечающего на вопрос «кто виноват?», характерного для традиционных систем аналитики, в инструмент для получения ответов «что делать?». Скорость доступа к данным и скорость их обработки является важным критерием качества технологий, входящих в BigData.

Благодаря технологиям обработки и анализа больших данных пациенты будут платить не столько за процесс лечения, сколько за способность быстро излечивать и поддерживать здоровье пациентов.

### Список литературы

1. Никитин П. В., Мурадянц А. А., Шостак Н. А. Мобильное здравоохранение: возможности, проблемы, перспективы // Клиницист. - 2015. - Т. 9. № 4. - С. 13-21.
2. Kirichek R., Pirmagomedov R., Glushakov R., A. Koucheryavy. Live Substance in Cyberspace – Biodriver System // 18th International Conference on Advanced Communication Technology (ICACT). - 2016. - С. 274 - 278.
3. Кучерявый А.Е., Кучерявый Е.А., Прокопьев А. В. Самоорганизующиеся сети / А.Е. Кучерявый, Е.А. Кучерявый, А. В. Прокопьев. - Санкт-Петербург: Любавич. - 2011. - 312 с.
4. Кучерявый А.Е. Интернет Вещей // Электросвязь. - 2013. - № 1. - С. 21–24.
5. Пирмагомедов Р. Я., Киричек Р. В., Кучерявый А.Е. Бактериальные наносети // Информационные технологии и телекоммуникации. - 2015. - № 2 (10). - С. 5-10.
6. Pure Health. [Электрон.ресурс]. - 2020. - URL: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.purehealth.internal&hl=ru&gl=US> (дата обращения: 05.11.2020).
7. Aarogya Setu [Электрон.ресурс]. - 2020. - URL: <https://play.google.com/store/apps/details?id=nic.goi.aarogyasetu&hl=ru&gl=US> (дата обращения: 01.12.2020).
8. Блинников М., Пирмагомедов Р. Оптимизация нагрузки на телекоммуникационную сеть общего пользования, вызванной трафиком медицинского наносетевого приложения // Телеком IT. - 2016. - V. 4. – No. 3. – P. 22-30.
9. Koucheryavy A., Vladyko A., Kirichek R., Makolkina M., Paramonov A. The Prospects for Research in the Field of Communications Networks on the 2017–2020 Years // Telecom IT. – 2016. V. 4. - No. 3. - P. 1-14.
10. Breaking: Microsoft acquires Xamarin, a leading platform provider for mobile app development [Электрон.ресурс]. - 2020. - URL: <https://mspoweruser.com/breaking-microsoft-acquires-xamarin-a-leading-platform-provider-for-mobile-app-development/> (дата обращения: 12.12.2020).
11. Hanley Frank B. Microsoft shows fruits of Xamarin acquisition with Visual Studio integration. [Электрон.ресурс]. - 2020. - URL: <https://www.cio.com/article/3050360/microsoft-shows-fruits-of-xamarin-acquisition-with-visual-studio-integration-and-more.html> (дата обращения: 21.12.2020).

**Ж.С. Есенгалиева, К.Н. Касылкасова**

*Л. Н. Гумилев атындағы Еуразиялық ұлттық университеті, Нұр-Сұлтан, Қазақстан*

### **COVID-19 контекстінде денсаулық сақтауға арналған бағдарламалық жасақтамасын жасау**

**Аңдатпа.** Мақалада COVID-19 коронавирустық инфекция кезеңінде қолайлы шешімдерді табуға көмектесетін PlayMarket-тегі денсаулық сақтау саласындағы қолданыстағы құрылғылар мен қосымшаларға талдау жасалды. BigData аналитикасын қолдана отырып мобильді қосымша ұсынылды, ол денсаулық сақтау ұйымдарына қашықтан қол жеткізуді қамтамасыз ету үшін пандемия жағдайында онлайн көмек көрсете алады. Бағдарлама, вирус жұқтырған пайдаланушыларды бақылауды қамтиды және бұл туралы картада пайдаланушылардың өздері үшін толық құпиялылықты сақтай отырып, басқаларға ескерту үшін хабарлайды. Бұл қосымшаға Google Play арқылы қол жеткізу жоспарлануда.

**Түйін сөздер:** COVID-19, денсаулық сақтау, үлкен деректер, мобильді платформа, аутентификация, контактілерді қадағалау.

**Zh. S. Yessengaliyeva, K. N. Kassylkassova**

*L. N. Gumilyov Eurasian National University, Nur-Sultan, Kazakhstan*

### **Development of software for healthcare in the context of COVID-19**

**Abstract.** The article analyzes existing devices and apps in the field of health care in the Play Market, contributing to the search for acceptable solutions during the spread of the COVID-19 coronavirus infection. The authors propose a mobile application using Big Data analytics that can assist in a pandemic by providing remote access for online visits to health care organizations. The app includes the tracking of infected users and reports it on a map to alert others, while maintaining complete anonymity for the users themselves. The results of "big data" processing make it possible to retrieve patient data as quickly as possible. The speed at which data can be accessed and processed is an important quality criterion for the technologies that make up Big Data. Access to the application is planned via Google Play.

**Keywords:** COVID-19, healthcare, bigdata, mobile platform, authentication, contact tracking.

### **References**

1. Nikitin P.V., Muradyants A.A., Shostak N.A. Mobil'noe zdavoohranenie: vozmozhnosti, problemy, perspektivy [Mobile health care: opportunities, problems, prospects], *Klinicist [Clinician]*. 2015. V. 9.No. 4. P. 13-21, [in Russian].
2. Kirichek R., Pirmagomedov R., Glushakov R., Kucheryavy A. Living Matter in Cyberspace - the Bio-Driver System, 18th International Conference on Advanced Communication Technologies (ICTACT). 2016. P. 274-278, [In English].
3. Kucheryavy A.E., Kucheryavy E.A., Prokopiev A.V. Samoorganizuyushchiesya seti [Self-organizing networks], (Lyubavich, Saint-Petersburg, 2011, 312 p.), [In Russian].
4. Kucheryavy A. E. Internet Veshchej [Internet of Things], *Elektrosvyaz' [Telecommunications]*. 2013. No. 1. P. 21-24, [In Russian].



5. Ya R. Pirmagomedov, Kirichek R.V., Curly A.E Bakterial'nye nanoseti [Bacterial Nano-Networks], Informacionnye tekhnologi i telekommunikaci [Information Technologies and Telecommunications]. 2015. No. 2 (10). P. 5-10, [In Russian].
6. Pure health. Available at:<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.purehealth.internal&hl=ru&gl=US> (accessed 11.05.2020).
7. Aarogya Setu. Available at:<https://play.google.com/store/apps/details?id=nic.goi.aarogyasetu&hl=ru&gl=US> (accessed 12.01.2020).
8. Blinnikov M., Pirmagomedov R. Optimizaciya nagruzki na telekommunikacionnyu set' obshchego pol'zovaniya, vyzvannoj trafikom medicinskogo nanosetevogo prilozheniya [Optimization of the load on a public telecommunications network, the use of medical nanonets caused by traffic], Telekom IT [Telecom IT]. 2016. V. 4. No. 3. P. 22-30, [In Russian].
9. Kucheryavy A., Vladyko A., Kirichek R., Makolkina M., Paramonov A., Vybornova A., Pirmagomedov R. Prospects for research in the field of communication networks for 2017–2020, Telekom IT. 2016. V. 4. No. 3. P. 1-14.
10. Breaking: Microsoft acquires Xamarin, a leading platform provider for mobile app development. Available at: <https://mspoweruser.com/breaking-microsoft-acquires-xamarin-a-leading-platform-provider-for-mobile-app-development/> (accessed 12.12.2020).
11. Hanley Frank B. Microsoft Demonstrates the Benefits of Acquiring Xamarin with Visual Studio integration. Available at: <https://www.cio.com/article/3050360/microsoft-shows-fruits-of-xamarin-acquisition-with-visual-studio-integration-and-more.html> (accessed 21.12.2020).

#### **Сведения об авторах:**

*Есенгалиева Жанна Сержановна* – Ph.D. по специальности Информационные системы, и.о. доцента кафедры «Вычислительная техника» факультета информационных технологий Евразийского национального университета им. Л. Н. Гумилева, Нур-Султан, Казахстан.

*Касылкасова Камила Нуралиевна* - докторант по специальности «6D070400 - Вычислительная техника и программное обеспечение» Евразийского национального университета им. Л. Н. Гумилева, Нур-Султан, Казахстан.

*Yessengaliyeva Zhanna Serzhanovna* – Ph.D. in Information systems, Associate Professor of the Department of Computer and Software Engineering, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Nur-Sultan, Kazakhstan.

*Kassylkassova Kamila Nuralievna* – The 1<sup>st</sup> year Ph.D. student in Computer and Software Engineering Department at the L.N. Gumilyov Eurasian National University, Nur-Sultan, Kazakhstan.