

УДК: 004.89

**Лебедев Г.С.<sup>1,2,4</sup>, Клименко Г.С.<sup>1</sup>, Шадеркин И.А.<sup>1,2</sup>, Жовнерчук Е.В.<sup>3</sup>, Кожин П.Б.<sup>1</sup>, Галицкая Д.А.<sup>1</sup>**<sup>1</sup>ФГБАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет)<sup>2</sup>ФГБУ «ЦНИИОИЗ» Минздрава России<sup>3</sup>ФГБОУ ДПО ИПК ФМБА России<sup>4</sup>ООО «Современное программное обеспечение»

## Телемедицинская система мониторинга состояния здоровья детей с расстройствами аутистического спектра

### Аннотация

Медицинское обслуживание, обучение и социальная адаптация детей с расстройствами аутистического спектра является важной и актуальной задачей для Российской Федерации. В настоящей работе представлена постановка задачи на создание телемедицинской системы, реализующей обозначенные проблемы.

### Ключевые слова:

Телемедицина, виртуальная реальность, искусственные нейронные сети, расстройства аутистического спектра

Настоящая работа выполнена при поддержке гранта РФФИ 18-07-00987.

**Цель проекта:** Повышение доступности и качества медицинского обслуживания и социальной адаптации на дому детей с РАС за счет применения цифровых технологий

**Задачи проекта.** Для достижения поставленной цели при выполнении проекта предполагается решить следующие задачи.

- Разработать методологию медицинского обслуживания детей с РАС на дому, формирования телемедицинского стационара на дому;
- Разработать аппаратно-программный комплекс дистанционного наблюдения за состоянием здоровья детей с РАС на дому.
- Разработать рабочее место врача, ведущего наблюдение за ребенком на дому.
- Разработать систему динамического видеонаблюдения за поведением ребенка с применением методов глубокого обучения искусственных нейронных сетей с ранней диагностикой реактивных реакций.
- Разработать комплекс интерактивных методик и тестов определения РАС в разном возрасте ребенка.
- Разработать комплекс систем с элементами виртуальной реальности и дополненной реальности для дистанционного обучения и адаптации детей с РАС.
- Сформировать медицинскую и психологическую службу мониторинга состояния здоровья, поведения и социальной адаптации ребенка с РАС, разработать телемедицинскую технологию психологической коррекции взрослых (учителей, родителей, социальных работников и т.п.) взаимодействующих с ребёнком с расстройством аутистического спектра.
- Разработать информационный ресурс, аккумулирующий разработанные технологии и обеспечивающий коммуникации между

- ребенком, родителями (опекунами), медицинскими и социальными работниками, медицинскими и социальными учреждениями.
- Создать, в том числе на основании разработанного ресурса, регистр медицинских информационных технологий для всех заинтересованных в проблематике пользователей (детей и их родителей (опекунов, родственников), медицинских и социальных работников, студентов и преподавателей, ученых, чиновников, вендоров).
  - Апробировать разработанный информационный ресурс в институте цифровой медицины (ИЦМ) Сеченовского Университета, 2-3 семьях с детьми с РАС.

### Подходы, используемые для реализации проекта

При реализации проекта будут использоваться метод глубокого обучения искусственных нейронных сетей для обучения системы распознавания движений и мимики ребенка для раннего обнаружения реактивных состояний и других отклонений в поведении, методы виртуальной и дополненной реальности для создания образовательных (обучающих) модулей по выполнению действий, направленных на социальную адаптацию ребенка, телемедицинские технологии для организации дистанционного наблюдения врачом за здоровьем ребенка, технологии интернета вещей (IoT) для управления мобильными медицинскими устройствами (mHealth), методы интеллектуальной обработки данных, для поддержки принятия врачебного решения при анализе данных от мобильных медицинских устройств и автоматизированной обработке анкет.

### Описание работы

В рамках выполнения проекта будет создан информационный ресурс, объединяющий несколько прикладных задач, направленных на поддержку дистанционного медицинского обслуживания детей с РАС, обучение и их социальную адаптацию за счет применения цифровых технологий.

В соответствии с задачами проекта будут реализованы следующие мероприятия.

Будет разработана методология медицинского обслуживания детей с РАС на дому, формирования телемедицинского стационара на дому. Методология будет включать в себя требования к порядку дистанционного медицинского обслуживания пациентов с РАС на дому, правила заключения договоров на медицинское обслуживание, условия оплаты, порядок сбора, обработки медицинской информации, описание математических методов и информационных технологий, применяемых при сборе, передаче и обработки данных, способы визуализации информации, методы защиты персональных данных.

Будет разработан аппаратно-программный комплекс (АПК) дистанционного наблюдения за состоянием здоровья детей с РАС на дому. Примеры подобных решений описаны нами в [1]. В состав АПК будет входить набор мобильных (компактных) медицинских устройств и программный комплекс управления устройствами. Методом эксперимента будет определен необходимый набор мобильных медицинских устройств, позволяющих достаточно точно определить состояние здоровья ребенка, и лечащему врачу определить его состояние.

Будет разработано рабочее место врача (опекуна), ведущего наблюдение за ребенком на дому (рис.1). Рабочее место врача будет оснащено компьютером (планшетом), подключенном к сети интернет, и программным обеспечением, позволяющим дистанционно управлять ММУ, принимать сигналы с этих устройств, визуализировать данные о состоянии здоровья пациентов, обрабатывать данные с применением математических методов, подключать систему поддержки принятия врачебных решений, обеспечивать проведение видеосеансов с пациентом, сохранять данные в электронной медицинской карте пациента. Система поддержки принятия врачебных решений (СППВР) должна мониторить значение показателей и предупреждать врача (опекуна) при отклонениях от допустимых значений, обрабатывать полученные данные с применением математических методов (включая методы искусственного интеллекта), предоставлять их врачу в удобном для принятия решения виде.





Рис. 1.

Будет разработана система динамического видеонаблюдения за поведением ребенка с применением методов глубокого обучения искусственных нейронных сетей [2] с ранней диагностикой реактивных состояний и других отклонений в поведении (рис.2). Такая система будет устанавливаться по месту проживания ребенка и будет включать в себя набор видеокамер (оптимально 3 шт.), установленных в зоне постоянного пребывания ребенка и программное обеспечение, позволяющее принимать видеосигналы с видеокамер и распознавать действия пациента, мимику пациента с применением базы знаний, выполненной в виде искус-

ственной нейронной сети. Система позволит определять действия ребенка (сон, пробуждение, падение, движение, выполнение элементарных функций), а также по мимике ребенка выявлять на ранней стадии развитие эпилептического припадка, другие реактивные состояния. База знаний системы, составленная в процессе глубокого обучения искусственной нейронной сети, будет сформирована в процессе настройки системы путем съемки различных манипуляций с привлечением артистов, других детей. В процессе эксплуатации системы будет проводится ее дообучение.



Рис. 2.

Будет разработан комплекс интерактивных методик и тестов определения РАС в разном возрасте ребенка. В качестве применяемых методик будут использованы методики, признанные международным сообществом и одобрены к применению в России. Методики будут представлять из себя интерактивные тесты, сгруппированные по возрасту ребенка и направленные на выявление возможных отклонений в развитии. Каждая методика будет обрабатываться в соответствии с разработанным алгоритмом и предоставлять врачу, родителям ребенка, опекунам предложения по его состоянию и возможной коррекции этого состояния. Набор методик будет наполняться по мере появления новых. В системе должен быть предусмотрена возможность формирования анкет и применения методов обработки данных.

Будет разработан комплекс систем с элементами виртуальной реальности и дополненной реальности для дистанционного обучения и адаптации детей с РАС. Программы виртуальной реальности (VR), как тип трехмерных компьютерных программ, широко используются в качестве учебного механизма для детей с РАС. VR предлагает особые преимущества для детей

с РАС: моделирование реальных ситуаций реального мира в тщательно контролируемой и безопасной среде.

Будет разработан информационный ресурс, аккумулирующий разработанные технологии и обеспечивающий коммуникации между ребенком, родителями (опекунами), медицинскими и социальными работниками, медицинскими и социальными учреждениями. Информационный ресурс будет располагаться в Сеченовском университете и будет содержать разделы: дистанционного тестирования, дистанционного мониторинга состояния здоровья, распознавания движений и психоэмоционального состояния, обучения с помощью виртуальной реальности, информационного взаимодействия врачей, психологов, родителей (опекунов) между собой в процессе эксплуатации системы.

Будет создан регистр медицинских информационных технологий для повышения доступности и качества медицинского обслуживания и социальной адаптации детей с РАС, представляющий собой единый онлайн-сервис сбора и анализа медицинской информации с примерной архитектурой, представленной на рис. 3.

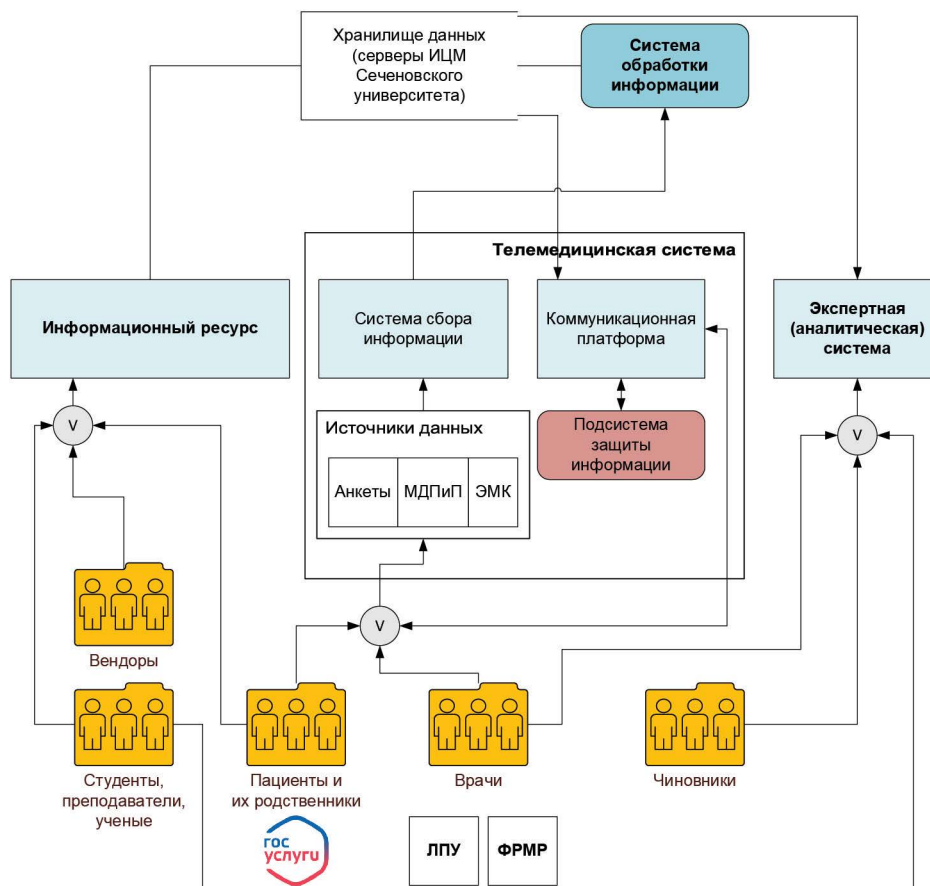


Рис. 3.

### Заключение

В результате выполнения исследования будет создан информационный ресурс в сети интернет на базе Сеченовского университета который будет обеспечивать дистанционное взаимодействие врачей и психологов Сеченовского университета с родителями детей с РАС. Каждый родитель ребенка сможет зарегистрироваться, пройти открытый тест для своего ребенка. В случае выявленных нарушений

проконсультировать его у врача Сеченовского университета и прикрепить его для постоянного мониторинга на дому. Для каждого ребенка будет предложена индивидуальная программа реабилитации, которая будет осуществляться с применением разрабатываемого ресурса, включая обучение с элементами виртуальной реальности, лечение и наблюдение под контролем квалифицированных специалистов.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Лебедев Г.С. , Шадеркин И.А. , Фомина И.В. , Лисненко А.А., Рябков И.В., Качковский С.В., Мелаев Д.В. Интернет медицинских вещей: первые шаги по систематизации // Журнал телемедицины и электронного здравоохранения. – 2017, №3 (5), с.128-136.
2. G.Lebedev, H.Klimenko, S.Kachkovskiy, V.Konushin, I.Ryabkov, A.Gromov. Application of artificial intelligence methods to recognize pathologies on medical images. // International Conference on Knowledge Based and Intelligent Information and Engineering Systems, KES2018. 3-5 September 2018, Belgrade, Serbia / Procedia Computer Science. Vol.126, 2018, Pages 1171-1177. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2018.08.055>

UDC: 004.89

**Lebedev G. S., Klimenko G. S., Sudarkin I. A., Zhovnerchik E. V., Kozhin P. B., Galitskaya D.A.**

### **Telemedicine system for monitoring the health status of children with autism spectrum disorders**

**Abstract.** Medical care, education and social adaptation of children with autism spectrum disorders is an important and urgent task for the Russian Federation. This paper presents the formulation of the problem of creating a telemedicine system that implements these problems.

**Keywords:** Telemedicine, virtual reality, artificial neural networks, autism spectrum disorders.

