

**ЦИФРОВАЯ МЕДИЦИНА: ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ В  
ТЕЛЕМЕДИЦИНСКИХ ТЕХНОЛОГИЯХ ДИАГНОСТИКИ ОНКОЛОГИЧЕСКИХ  
ЗАБОЛЕВАНИЙ**

**Никитаев В.Г., Проничев А.Н., Сельчук В.Ю., Нагорнов О.В., Дмитриева В.В.,  
Поляков Е.В.**

*Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»,  
Россия, г. Москва, Каширское шоссе д.31  
kaf46@mail.ru,*

**Махутов Н.А.**

*Институт машиноведения им. А.А. Благонравова РАН,  
Россия, г. Москва, Малый Харитоньевский переулок, д.4  
kei51@mail.ru,*

**Богомолов А.И.**

*Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН,  
Россия, г. Москва, ул. Профсоюзная д.65  
aibogomolov@fa.ru*

*Аннотация: Работа, посвящена применению искусственного интеллекта на основе баз знаний, распознавания образов и систем поддержки принятия решений в телемедицинских технологиях для онкологической диагностики. Рассмотрены проблемные вопросы телемедицинских технологий. Показано применение предложенных технологий в области диагностики онкологических заболеваний с использованием телемедицинской сети и комплекса «АТЛАНТ» для диагностики минимальной остаточной болезни.*

Ключевые слова: искусственный интеллект, диагностика онкологических заболеваний, телемедицина, минимальная остаточная диагностика.

**Введение**

Онкологические заболевания ставят перед мировым сообществом серьезнейший круг комплексных проблем, связанных с утратой трудоспособности (полной или частичной) различных слоев населения планеты.

Важное место в решении указанных проблем занимает разработка новых перспективных технологий онкологической диагностики, в частности, основанной на технологиях искусственного интеллекта (базы знаний, распознавание образов, системы поддержки принятия решений).

Цель работы - анализ современного состояния и перспектив применения искусственного интеллекта в телемедицинских технологиях диагностики онкологических заболеваний на примере опыта полученного кафедрой «Компьютерные медицинские системы» при разработке телемедицинской сети РОСАТОМ-ФМБА-МИФИ[1-4].

### **Телемедицинские технологии в диагностике заболеваний**

Приоритетная задача телемедицины заключается в создании условий, при которых помощь высококвалифицированных специалистов станет доступной всем жителям, независимо от расстояния до специализированных медицинских центров[5].

По каналам связи идет обмен разнообразной информацией – текстовой, графической, символьной, числовой, речевой, видеоинформацией. Это выписки из истории болезни, обсуждение диагноза, изображения гистологических, цитологических и гематологических препаратов, рентгеновских снимков, служебная документация и др.

В число основных направлений применения телемедицинских технологий входят:

- телемедицинская консультация;
- телемониторинг функциональных показателей (когда данные одного или многих пациентов передаются в консультативный центр);
- телеобучение (дистанционное обучение);
- телемедицинское совещание (консилиум).

При проведении телемедицинских консультаций тяжелого больного врач может полагаться не только на собственный опыт. Благодаря телемедицинским технологиям врачи и специалисты могут слушать лекции известных ученых по самым актуальным проблемам здравоохранения и медицинской науки, поддерживать профессиональные связи с ведущими мировыми научными центрами, а также со своими коллегами из соседних районных больниц или с ведущими специалистами областного центра. Также появляется возможность использования технологий видеоконференций, позволяющих сторонам живое общение в режиме видео.

Достиженные успехи в передаче медицинской информации на дальние расстояния стимулировали возникновение целого ряда разделов телемедицины: телепатологии, телехирургии, телекардиологии, телерадиологии и др.

Основные направления развития телемедицины в нашей стране (структура управления, консультативная помощь, интернет-медицина, дистанционное образование, технологические решения, правовые аспекты и др.) нашли отражение в Концепции развития телемедицинских технологий в Российской Федерации. Она была утверждена в 2001 г. Министерством здравоохранения Российской Федерации, Российской академией медицинских наук. В 2017г. был принят Федеральный закон «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации по вопросам применения информационных технологий в сфере охраны здоровья»[5]

Проблемы телемедицины (а их много, если учесть масштабность работ, связанных с ее массовым внедрением) можно расклассифицировать на организационные, экономические, правовые, технические, методические, проблемы информационной безопасности.

К техническим проблемам относятся:

- регистрация данных с качеством, достаточным для диагностики: разрешающая способность, чувствительность (характеристики и настройка аппаратуры), контрастная чувствительность;
- обеспечение идентичности воспроизведения данных на передающей и приемной станции (настройка аппаратуры – цветовой тон, контраст, яркость), характеристики аппаратуры (разрешающая способность, формат экрана, контрастные и яркостные характеристики). Большое значение для организации телемедицинской консультации имеют выбор оптимального соотношения качества передаваемого изображения и его формата. При сжатии изображения могут наблюдаться значительные потери его деталей, что сказывается, в первую очередь, на диагностической значимости;
- обеспечение необходимой скорости передачи информации, своевременности доступа к линии связи, надежности связи;
- организация технического сопровождения (настройка аппаратуры, профилактика, ремонт).

В число методических проблем телемедицины входят:

- выбор представительного материала для исследования (достаточного числа изображений информативных полей);
- обеспечение необходимой сопроводительной информации;

- обеспечение однозначно понимаемого языка описаний и заключений (формализация описаний и заключений);
- обеспечение оперативной обратной связи;
- обеспечение стандарта подготовки материала для исследования;
- обучение персонала применению средств телемедицины;
- психологическая адаптация врачей к новой методике.

Правовые проблемы телемедицины. Одним из актуальных является вопрос ответственности за ошибки при проведении дистанционной диагностики. Выражаясь простым языком: кто виноват – медицина, техника? За всем этим стоят люди – врачи, лаборанты, разработчики телемедицинских систем, обслуживающий персонал. Чтобы разобраться в конкретном случае, нужна соответствующая правовая и нормативно-методическая база. Необходимо установить ответственность за распространение ложной медицинской информации в сетях связи и за преднамеренное искажение медицинской информации (например, относящейся к пациенту).

Стратегические задачи телемедицины неразрывно связаны с подготовкой кадров и повышением квалификации разработчиков телемедицинских систем, врачей, медсестер, лаборантов, управленческого и обслуживающего персонала. На решение этих задач направлена деятельность образованной в 2000 г. в МИФИ новой кафедры «Компьютерные медицинские системы». Кафедра готовит специалистов по следующим направлениям: компьютерные системы клинической диагностики, телемедицинские технологии, технологии искусственного интеллекта, автоматизированные системы управления клиникой, обучающие (включая дистанционные) медицинские системы.

Характеризуя в целом состояние работ многочисленных телемедицинских проектов у нас в России и за рубежом (прежде всего в США и Европе), можно сказать, что телемедицина пока делает свои первые, хотя и безусловно важные, шаги.

Современный разработанный с участием НИЯУ МИФИ, ФМБА России, НМИЦ онкологии им. Н.Н.Блохина, Росатома телемедицинский комплекс основан на применении методов и средств компьютерной микроскопии, искусственного интеллекта для решения широкого круга диагностических задач – гистологической, цитологической и гематологической диагностики.

Возможности комплекса позволяют эффективно развивать его для решения задач эндоскопической, рентгенологической, томографической, радиоизотопной, ультразвуковой, кардиологической, иммунологической и других видов диагностик.

Комплекс осуществляет:

- цифровую регистрацию микроскопических изображений микропрепаратов;
- проведение телемедицинских консультаций со специалистами ведущих медицинских центров страны;
- дистанционное управление сканированием препарата при микроскопическом исследовании для выбора информативной области с целью детального анализа структуры ткани специалистами ведущих медицинских центров;
- анализ обзорного изображения микроскопического препарата на мониторе компьютера с мгновенным переключением увеличения информативной области для детального анализа;
- возможность использования экспертных систем и систем поддержки принятия решений;
- интерактивный анализ исследуемого изображения в сравнении с изображениями из архива микроскопических изображений препаратов опухолей;
- анализ текстурных характеристик изображений микроскопического препарата;
- возможность формирования собственных архивов изображений микропрепаратов;
- формирование протоколов микроскопических исследований.

## **Анализ результатов**

Разработанные телемедицинские технологии позволили повысить выявляемость онкологических заболеваний на ранних стадиях в семи медсанчастях ФМБА России на 16%.

Комплекс АТЛАНТ может использоваться как автономно, так и в составе телемедицинской сети для проведения плановых и срочных консультаций (в том числе, во время хирургических операций) с ведущими медицинскими центрами страны.

Обеспечение высококвалифицированной медицинской помощью (в первую очередь диагностической) удаленных от ведущих медицинских центров больных может быть достигнуто за счет создания сети дистанционной медицинской диагностики, которая приведет к существенному снижению числа диагностических ошибок, ускорению постановки правильного диагноза для

пациентов. Ранняя и своевременная диагностика позволит улучшить оперативный контроль над болезнью в том числе и над минимальной остаточной болезнью.

### **Заключение**

Работа посвящена применению искусственного интеллекта в телемедицинских технологиях диагностики онкологических заболеваний. Показан опыт использования телемедицинских технологий. В развитии данного подхода, полученный опыт успешно используется в решении фундаментальной задачи диагностики минимальной остаточной болезни.

### **Благодарности**

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 18-29-09115.

### **Литература**

1. *Nikitaev V.G.* Experimental High-Technology Information-Measuring Complexes of Cancer Diagnosis: Problems and Key Points of the Construction Methodology. *Measurement Techniques*. 2015. Vol. 58. №2. P. 214-218.
2. *Nikitaev V.G.* Expert Systems in Information Measuring Complexes of Oncological Diagnoses. *Measurement Techniques*. 2015. Vol. 58. № 6. PP. 719-723.
3. *Nikitaev V.G.* Modern measurement principles in intellectual systems for a histological diagnosis of oncological illnesses. *Measurement Techniques*. 2015. Vol. 58. №4. PP. 467-470.
4. *Nikitaev V.G.* Methods and means of diagnostics of oncological diseases on the basis of pattern recognition: Intelligent morphological systems - Problems and solutions. *Journal of Physics: Conference Series*. 2017. Vol. 798. №1. PP. 012131.
5. *Федеральный закон от 29.07.2017 № 242-ФЗ* «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации по вопросам применения информационных технологий в сфере охраны здоровья».