

## ОСНОВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ЭКСПЕРТНЫХ СИСТЕМ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В РАННЕЙ ДИАГНОСТИКЕ КАРЦИНОМЫ ПОЛОСТИ РТА

<sup>1</sup>Кафедра хирургической стоматологии и челюстно-лицевой хирургии  
ФГБОУ ВО Тверской государственный медицинский университет Минздрава России,

<sup>2</sup>Кафедра технологии и автоматизации машиностроения  
ФГБОУ ВО Тверской государственный технический университет

Статья представляет один из возможных подходов к расширению квалифицированной онкостоматологической помощи. Он основан на разработке экспертной системы (в том числе и с удаленным доступом), синтезирующей опыт ранней диагностики онкологических заболеваний полости рта.

**Ключевые слова:** онкологические заболевания, слизистая оболочка полости рта, диагностика, искусственный интеллект, экспертные системы.

## BASIS OF EXPERT SYSTEMS OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN EARLY DIAGNOSIS OF ORAL CARCINOMA

S.N. Lebedev<sup>1</sup>, A.B. Davydov<sup>1</sup>, G.B. Burdo<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Tver State Medical University

<sup>2</sup>Tver State Technical University

The article presents one of the possible approaches to expanding qualified oncostomatological care. It is based on the development of an expert system (including with remote access), synthesizing the experience of early diagnosis of the oral cavity cancer.

**Key words:** oncological diseases, oral mucosa, diagnostics, artificial intelligence, expert systems.

### Введение

Повышение качества и эффективности медицинской помощи онкологическим больным является приоритетным направлением здравоохранения России и многих других стран. Даже при масштабных проблемах (эпидемии, климатические и техногенные катастрофы) лечебные мероприятия при злокачественных новообразованиях (ЗН) не прекращаются, и продолжается внедрение новых технологий. Существующий мировой и отечественный онкологический опыт определяет возможность проведения диагностики рака безошибочно и вовремя. Тем не менее за последнее десятилетие в России остаются высокими показатели запущенности ЗН, в частности, почти 60% больных с злокачественными опухолями слизистой оболочки полости рта (СОПР) начинают специализированное лечение в поздние стадии (III–IV). Прогноз выздоровления, даже при самых дорогостоящих методиках лечения, в таких случаях крайне сомнительный [1–4].

Установлены медицинские и социальные проблемы своевременной диагностики карцином СОПР, идет реализация крупномасштабных комплексных мер профилактической направленности как на индивидуальном, так и популяционном уровне. Увеличивается доступность узкопрофильной онкологической помощи, повышается квалификация врачей в области первичной диагностики онкопатологии [5–7].

Анатомические характеристики ротовой полости делают ее доступной для частого и подробного осмотра, поэтому для предварительной диагностики

карциномы СОПР часто не нужны очень затратные обследования. Врачу-специалисту требуется лишь осмысление клинической симптоматики и критерии дифференцировки полученных данных [8, 9].

Рост профессионализма специалиста в определенной сфере врачебной деятельности, да и в других специальностях, осуществляется при накоплении фактического материала по конкретной ситуации. Этот материал образуется из фундаментальных знаний на основе опыта других специалистов в этом вопросе, на основе собственного опыта применения этих знаний и опыта коллег. Наличие проблемы «недостаточной квалификации» при выявлении рака СОПР даже у врачей с большим трудовым стажем, по нашему мнению, в принципе определяется не отсутствием онконастороженности по конкретной нозологии, а замещением ранее полученных знаний с годами деятельности по приоритетному принципу.

Решение проблемы возможно при автоматизации интеллектуальной врачебной деятельности. Внедрение искусственного интеллекта позволяет минимизировать системные рутинные ошибки молодого специалиста, оптимизируя его профессиональную деятельность [10, 11].

Под *искусственным интеллектом (ИИ)* понимается область информатики, занимающаяся автоматизацией интеллектуальной деятельности человека. Он дает возможность использовать проверенные знания в новых ситуациях и предвидеть возникновение проблем благодаря осмыслению взаимосвязей, выраженных в символах. Разработка ИИ

начались с промышленного использования вычислительной техники. Актуальные вопросы по фундаментальным разделам ИИ, в том числе в медицине, разбирались и на Первом международном форуме по ИИ, прошедшем в Москве 8–9 ноября 2019 года.

В медицине достаточно хорошо зарекомендовали себя экспертные системы ИИ, имитирующие образ действий человека-эксперта. Экспертная система (ЭС) – это компьютерная программа (устройство), воплощающая в себе интегрированные опыт, знания и мнение высококвалифицированных экспертов на данный момент в определенной предметной области, которые применяются для получения решения конкретных задач, оценок, рекомендаций. Программы ЭС создаются на базах знаний (БЗ) и информационной организации знаний, обеспечивающих эффективную работу системы. Базы знаний формируются из баз данных по определенным правилам «инженерами по знаниям» [12].

В настоящее время ЭС в медицине используются при решении задач следующих типов: принятие решений в условиях неопределенности (неполноты сведений, временной информационной изоляции), интерпретация символов и сигналов, прогнозирование, диагностика, конструирование, планирование, управление, контроль. Они хорошо себя зарекомендовали во многих медицинских специальностях [13–15].

**Цель исследования:** рассмотреть информационные подходы к созданию ЭС с примерной разработкой баз знаний по ранней диагностике карциномы СОПР.

**Материал исследования:** местная клиническая симптоматика верифицированных случаев предраковых заболеваний ротовой полости, ранжированная по частоте встречаемости у больных с карциномой СОПР на ранних стадиях.

### Результаты исследования и обсуждение

Подходы к созданию ЭС диагностики заболеваний СОПР основываются на обеспечении технической возможности оперативного доступа в информационную среду врачом любого уровня. Реализация ЭС позволит сделать доступнее консультационно-диагностическую помощь для большого числа пациентов с патологией полости рта, точнее выполнить диагностику и, что немаловажно, повысить квалификацию врача в данном аспекте.

Экспертная система имеет рекомендательный характер, т. е. подсказка системы – не догма, а синтезированные врачами-экспертами знания. Понятно, что всегда хотелось бы найти экспертов высочайшей квалификации, что на практике не всегда возможно. В этой ситуации можно пойти по пути увеличения числа врачей-экспертов, т. е. осуществить подход с точки зрения статистики. Вероятность неверной интегрированной оценки двух врачей-экспертов с надежностью диагностики 95% каждого равна 0,25%, в то же время вероятность неверной интегрирован-

ной оценки четырех врачей-экспертов с надежностью диагностики 75% каждого уже будет равна 0,39%.

Система должна быть открытой и иметь возможность расширения базы знаний. Данный принцип предполагает возможность широкого доступа к ЭС практикующих врачей, возможность подключения новых экспертов и постоянное совершенствование на основе полученных клинических результатов и опыта по данному вопросу. Используя интерфейс ЭС, врач-пользователи в режиме удаленного доступа могут с участием врача-консультанта (врачей-консультантов) и рекомендаций системы выбрать наиболее подходящую методику диагностики. Клинические данные о больших, накопленные на местах, пополняют общую базу клинических данных. Анализируя ее, врачи-эксперты обновляют базу знаний ЭС (рис. 1).

База знаний (БЗ) экспертной системы является ее основополагающим элементом, от которого зависит качество принимаемых решений. В качестве примера рассмотрим разработанную БЗ по ранней диагностике карциномы у пациента при наличии патологических очагов слизистой оболочки полости рта. Эта БЗ создана для реализации в ЭС стратегии ведения больных с предраковой патологией. Она включает в себя шесть баз данных (БД), построенных на основе продукционных правил.

В частности, БД 1 состоит из 4 правил (101, 201, 301, 401), каждое из которых содержит клинические признаки патологии СОПР и позволяет выявить основную имеющуюся патологию у пациента из 4 возможных. С каждым из 4 правил в базе знаний БД 1 связаны БД 2.1–БД 2.4 соответственно (с правилом 101 – БД 2.1, с правилом 201 – БД 2.2. и т. д.). Базы данных БД 2.1–БД 2.4 представляют из себя базы продукционных правил [16] (в каждой БД их по 13), содержащих информацию по расширенной клинической симптоматике каждой из 4 основных патологий. На основании данной БЗ возможно уточнение клинических признаков патологии у конкретного пациента (рис. 2).

Для каждого правила в базах данных БД 1 и БД 2.1–БД 2.4. предусмотрены весовые коэффициенты, ранжированные по весовому индексу вероятности наличия опухоли ротовой полости на ранней стадии и отражающие значимость патологии (основной патологии или расширенной клинической симптоматики) для предварительной диагностики и выработки тактики ведения пациента. База БД 3 состоит из 4 правил, позволяющих на основе оценки риска наличия злокачественного новообразования рекомендовать тактику дальнейшего ведения пациента для каждой из 4 основных патологий на основе анализа суммарного весового коэффициента, получаемого на основании опроса пациента. В качестве примера приведем правило из БД 2.1.: **ЕСЛИ при обращении пациент испытывает постоянную боль или зуд, жжение в очаге патологии, ТО весовой коэффициент  $K = K + 0,1$  и переход к 205, ИНАЧЕ весовой коэффициент  $K = K + 0$ .** Такое структурирование БЗ позволяет уточнять независимо каждую из входящих БД 1, БД 2.1–БД 2.4 и БД 3.

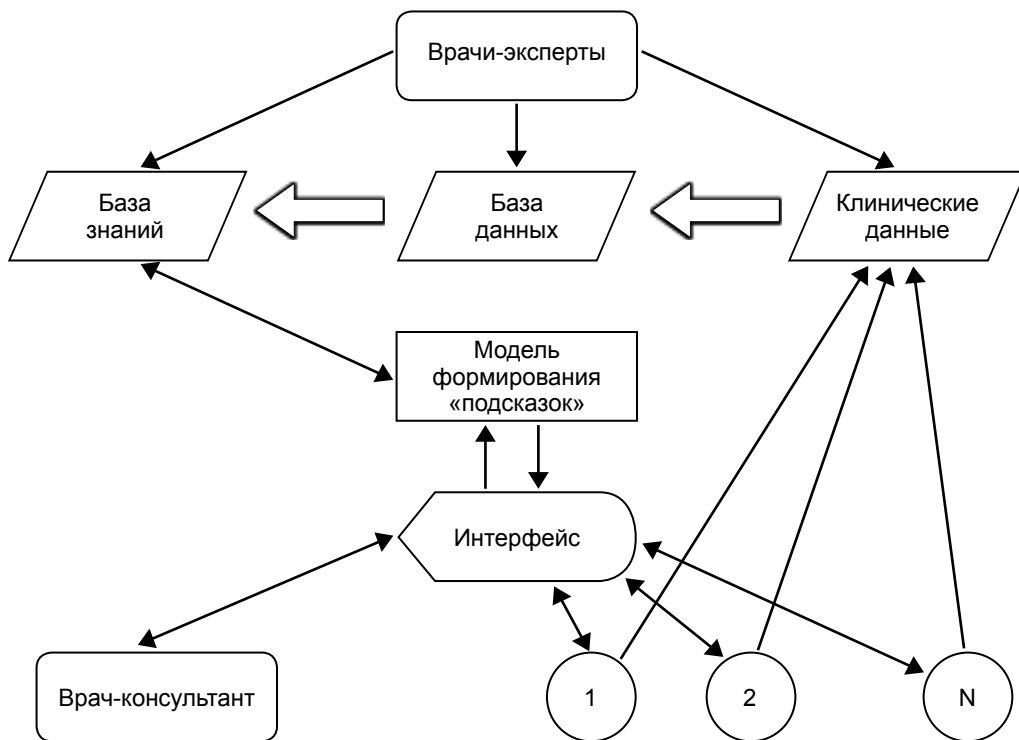


Рис. 1. Блок-схема работы экспертной медицинской системы: 1, 2, ... N – удаленные терминалы врачей-пользователей

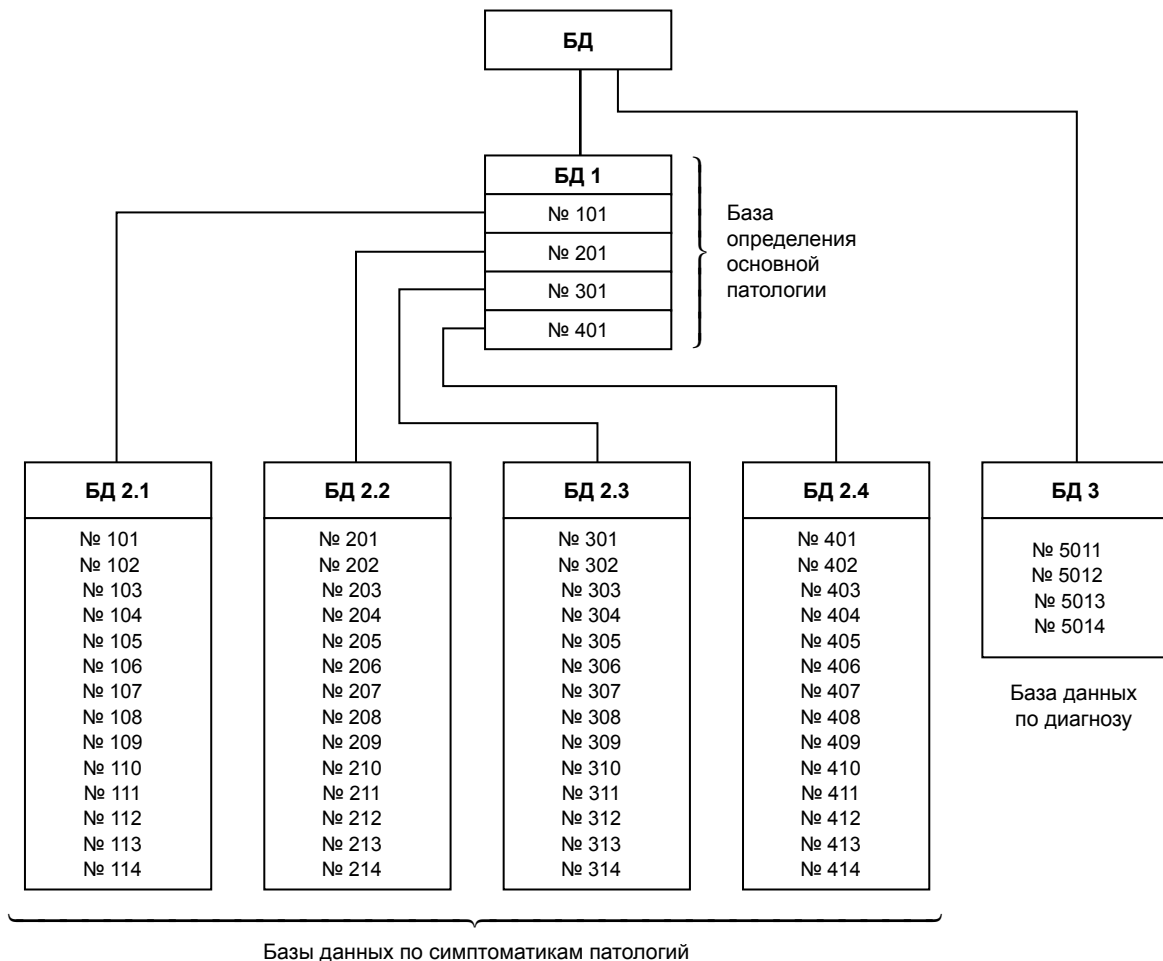


Рис. 2. Блок-схема: структура базы знаний по ранней диагностике карциномы полости рта

## Заключение

Необходимость разработки ЭС, как одного из инструментов врачебной деятельности, востребовано временем. Перспективность ЭС состоит в том, что слабо формализованные знания большого круга врачей-экспертов могут в синтезированном виде стать доступными для любого практикующего врача. Также опыт отдельных врачей из категории субъективного можно будет отнести к объективному. Это может упростить процедуру обследования и обеспечить постоянный мониторинг состояния пациента.

## Литература/References

1. Злокачественные новообразования в России в 2011 году (заболеваемость и смертность) / под ред. В.И. Чиссова, В.В. Старинского, Г.В. Петровой. – М.: ФГБУ «МНИОИ им. П.А. Герцена» Минздрава России, 2013. – 289 с. – Текст: непосредственный.

Zlokachestvennye novoobrazovaniya v Rossii v 2011 godu (zabolevaemost' i smertnost') / pod red. V.I. Chissova, V.V. Starinskogo, G.V. Petrovoj. – М.: FGBU «MNIОI im. P.A. Gercena» Minzdrava Rossii, 2013. – 289 s. – Текст: neposredstvennyj.

2. Злокачественные новообразования в России в 2018 году (заболеваемость и смертность) / Под ред. А.Д. Каприна, В.В. Старинского, Г.В. Петровой. – М.: ФГБУ «МНИОИ им. П.А. Герцена» (филиал ФГБУ «НМИЦ радиологии» Минздрава России), 2019. – 250 с. – Текст: непосредственный.

Zlokachestvennye novoobrazovaniya v Rossii v 2018 godu (zabolevaemost' i smertnost') / Pod red. A.D. Kaprina, V.V. Starinskogo, G.V. Petrovoj. – М.: FGBU «MNIОI im. P.A. Gercena» (filial FGBU «NMIC radiologii» Minzdrava Rossii), 2019. – 250 s. – Текст: neposredstvennyj.

3. Состояние онкологической помощи населению России в 2011 году / Под ред. В.И. Чиссова, В.В. Старинского, Г.В. Петровой. – М.: ФГБУ «МНИОИ им. П.А. Герцена» Минздравсоцразвития России, 2012. – 240 с. – Текст: непосредственный.

Sostojanie onkologicheskoj pomoshhi naseleniju Rossii v 2011 godu / Pod red. V.I. Chissova, V.V. Starinskogo, G.V. Petrovoj. – М.: FGBU «MNIОI im. P.A. Gercena» Minzdravsocrazvitiya Rossii, 2012. – 240 s. – Текст: neposredstvennyj.

4. Состояние онкологической помощи населению России в 2018 году / Под ред. А.Д. Каприна, В.В. Старинского, Г.В. Петровой. – М.: ФГБУ «МНИОИ им. П.А. Герцена» (филиал ФГБУ «НМИЦ радиологии» Минздрава России), 2019. – 236 с. – Текст: непосредственный.

Sostojanie onkologicheskoj pomoshhi naseleniju Rossii v 2018 godu / Pod red. A.D. Kaprina, V.V. Starinskogo, G.V. Petrovoj. – М.: FGBU «MNIОI im. P.A. Gercena» (filial FGBU «NMIC radiologii» Minzdrava Rossii), 2019. – 236 s. – Текст: neposredstvennyj.

5. Давыдов, А.Б. Диагностика и лечение карцином полости рта / А.Б. Давыдов. – Тверь: Триада, 2007. – 272 с. – Текст: непосредственный.

Davydov, A.B. Diagnostika i lechenie karcinom polosti rta / A.B. Davydov. – Tver': Triada, 2007. – 272 s. – Текст: neposredstvennyj.

6. Онкология: справочник практического врача / Под ред. И.В. Поддубной. – Текст: непосредственный. – М.: МЕДпресс-информ, 2009. – 768 с.

Onkologija: spravochnik prakticheskogo vracha / Pod red. I.V. Poddubnoj. – М.: MEDpress-inform, 2009. – 768 s. – Текст: neposredstvennyj.

7. Профилактика и ранняя диагностика – приоритетные направления в онкостоматологии Тверского региона / А.Б. Давыдов, С.Н. Лебедев, И.К. Румянцев,

В.И. Назаров. – Текст: непосредственный // Верхневолжский медицинский журнал. – 2015. – Т. 13. – № 1. – С. 11–16.

Profilaktika i rannaja diagnostika – prioritetnye napravlenija v onkostatologii Tverskogo regiona / A.B. Davydov, S.N. Lebedev, I.K. Rumjanceva, V.I. Nazarov. – Текст: neposredstvennyj // Verhnevolzhskij medicinskij zhurnal. – 2015. – Т. 13. – № 1. – С. 11–16.

8. Лебедев, С.Н. Онкостоматология. Анализ показателей местного статуса пациентов с заболеваниями слизистой оболочки полости рта, ассоциированными с гипер (дис) кератозом и/или дисплазией эпителия / С.Н. Лебедев, С.И. Волков, Ю.В. Лебедева, П.В. Красовский. – Текст: непосредственный // Современная стоматология: проблемы, задачи, решения: материалы межрегиональной научно-практической конференции, посвященной 80-летию со дня рождения и 30-летию руководства кафедрой заслуженного деятеля наук России, профессора А.С. Щербакова (21–22 марта 2019 года). – Тверь, 2019. – С. 82–87.

Lebedev, S.N. Onkostatologija. Analiz pokazatelej mestnogo statusa pacientov s zabolevanijami slizistoj obolochki polosti rta, associirovannymi s giper (dis) keratozom i/iili displaziej jepitelija / S.N. Lebedev, S.I. Volkov, Ju.V. Lebedeva, P.V. Krasovskij. – Текст: neposredstvennyj // Sovremennaja stomatologija: problemy, zadachi, reshenija: materialy mezhregional'noj nauchno-prakticheskoi konferencii, posvjashhennoj 80-letiju so dnja rozhdenija i 30-letiju rukovodstva kafedroj zasluzhennogo dejatelja nauk Rossii, professora A.S. Shherbakova (21–22 marta 2019 goda). – Tver', 2019. – S. 82–87.

9. Стоматология: учебник / под ред. В.В. Афанасьева. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2018. – 448 с. – Текст: непосредственный.

Stomatologija: uchebnik / pod red. V.V. Afanas'eva. – М.: GJeOTAR-Media, 2018. – 448 s. – Текст: neposredstvennyj.

10. Шигина, А.А. Применение технологии экспертной системы при построении интеллектуальных систем поддержки принятия решений / А.А. Шигина. – Текст: непосредственный // Научно-методический электронный журнал Концепт. – 2014. – Т. 20. – eISSN: 2304–120X. – С. 3566–3570.

Shigina, A.A. Primenenie tehnologii jekspertnoj sistemy pri postroenii intellektual'nyh sistem podderzhki prinjatija reshenij / A.A. Shigina. – Текст: neposredstvennyj // Nauchno-metodicheskij jelektronnyj zhurnal Koncept. – 2014. – Т. 20. – eISSN: 2304–120X. – S. 3566–3570.

11. Рыбина, Г.В. Основы построения интеллектуальных систем: учебное пособие / Г.В. Рыбина. – М.: Финансы и статистика; Инфра-М, 2010. – 432 с. – Текст: непосредственный.

Rybina, G.V. Osnovy postroenija intellektual'nyh sistem: uchebnoe posobie / G.V. Rybina. – М.: Finansy i statistika; Infra-M, 2010. – 432 s. – Текст: neposredstvennyj.

12. Ефименко, И.В. Интеллектуальные системы поддержки принятия решений в медицине: ретроспективный обзор состояния исследований и разработок и перспективы / И.В. Ефименко, В.Ф. Хорошевский. – Текст: непосредственный // Открытые семантические технологии проектирования интеллектуальных систем. – 2017. – № 7. – С. 251–260.

Efimenko, I.V. Intellektual'nye sistemy podderzhki prinjatija reshenij v medicine: retrospektivnyj obzor sostojaniya issledovanij i razrabotok i perspektivy / I.V. Efimenko, V.F. Horoshevskij. – Текст: neposredstvennyj // Otkrytye semanticheskie tehnologii proektirovanija intellektual'nyh sistem. – 2017. – № 7. – S. 251–260.

13. Андреева, С.Н. Методология экспертных оценок и формирования моделей страхования профессиональной ответственности врачей по специальности «Стомато-

тология»: дис. ... д-ра мед. наук / С.Н. Андреева. – М., 2019. – 390 с. – Текст: непосредственный.

*Andreeva, S.N.* Metodologija jekspertnyh ocenok i formirovanija modelej strahovanija professional'noj otvetstvennosti vrachej po special'nosti «Stomatologija»: : dis. ... d-ra med. nauk / S.N. Andreeva. – М., 2019. – 390 s. – Tekst: neposredstvennyj.

14. *Антонова, И.В.* Экспертная система оценки риска развития заболеваний как основа системы медицинского страхования профпатологии / И.В. Антонова, Н.А. Чикина. – Текст: непосредственный // Современные информационные и электронные технологии. – 2013. – Т. 1. – № 14. – С. 99–101.

*Antonova, I.V.* Jekspertnaja sistema ocenki riska razvitiya zabolevanij kak osnova sistemy medicinskogo strahovanija profpatologii / I.V. Antonova, N.A. Chikina. – Tekst: neposredstvennyj // Sovremennye informacionnye i jelektronnye tehnologii. – 2013. – Т. 1. – № 14. – S. 99–101.

15. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ RU 2019661193. Программа оценки качества имплантологического лечения «ТРЕСИМ» /

В.Н. Трезубов, А.А. Симоненко, Р.А. Розов, В.А. Зинченко, О.И. Шевчук; заявитель и правообладатель А.А. Симоненко, В.Н. Трезубов. – Заявка № 2019660116 от 07.08.2019. – Дата регистр. и опубл.: 21.08.2019, Бюл. № 9. – 1 с. – Текст: непосредственный.

Svidetel'stvo o gosudarstvennoj registracii programmy dlja JeVM RU 2019661193. Programma ocenki kachestva implantologicheskogo lechenija «TRESIM» / V.N. Trezubov, A.A. Simonenko, R.A. Rozov, V.A. Zinchenko, O.I. Shevchuk; zajavitel' i pravoobladatel' A.A. Simonenko, V.N. Trezubov. – Zajavka № 2019660116 ot 07.08.2019. – Data registr. i opubl.: 21.08.2019, Bjul. № 9. – 1 s. – Tekst: neposredstvennyj.

*Лебедев Сергей Николаевич (контактное лицо) – к. м. н., доцент кафедры хирургической стоматологии и челюстно-лицевой хирургии ФГБОУ ВО Тверской государственный медицинский университет Минздрава России; 170100, Тверь, ул. Советская, д. 4. Тел. 8-910-930-51-14; e-mail: lebedev\_s@tvergma.ru.*