

## Виртуальный атлас персонифицированной анатомии человека «SkiaAtlas» и возможности его применения

Б. О. Щеглов<sup>1</sup>, Н. И. Безуленко<sup>1</sup>, С. А. Атащиков<sup>1</sup>, С. Н. Щеглова<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Дальневосточный федеральный университет  
Владивосток, Россия

<sup>2</sup> Северо-Восточный государственный университет  
Магадан, Россия

### Аннотация

Работа посвящена описанию структуры разработанного программного обеспечения «SkiaAtlas», которое ориентировано на работу с индивидуальными анатомическими моделями человеческого тела и физиологических показателей пациента. Показаны проблемы использования макетного и постсекционного материала в обучении студентов-медиков, а также преимущества разработанной информационной системы по сравнению с данными моделями. Виртуальные анатомические модели были получены из анонимизированных DICOM-изображений магнитно-резонансной томографии (МРТ) и компьютерной томографии (КТ). Описаны подсистемы информационной системы: PACS-сервер, где хранятся все данные (серверная часть), и веб-приложение, где пользователь ведет работу с данными (клиентская часть). Подробно описаны модули информационной системы, реализованные в виде различных программных продуктов: модуль импорта данных, модуль анонимизации, модуль СУБД, модуль визуализации и др. Порядок работы этих модулей проиллюстрирован схематично. Показано, на каких языках программирования и фреймворках реализовано данное программное обеспечение, представлены преимущества выбора данных средств реализации относительно других программных продуктов. Детально описан процесс удаления персональных данных из DICOM-файлов; процесс получения «маски» объекта на снимке, которая затем используется для получения объемных моделей внутренних органов пациента. Наглядно описан процесс пользовательской работы с базой данных и поиск патологий с помощью инструментов интерфейса системы. Показаны возможности применения данной информационной системы в образовательной сфере (иллюстрация конкретных клинических случаев с целью поиска причинно-следственных связей в патогенезе различных заболеваний) и для развития клинического мышления у студента. На конкретном клиническом случае приведен пример того, как программа «SkiaAtlas» использовалась для поиска патологии – объемного образования левого полушария головного мозга.

### Ключевые слова

анатомия человека, программное обеспечение, PACS-структура сервера, база данных, персонализированная медицина

### Благодарности

Благодарим Центр нейрохирургии и неврологии Медицинского центра ДВФУ и КГАУЗ «ВКБ № 2» г. Владивостока за предоставленные для исследования данные

### Для цитирования

Щеглов Б. О., Безуленко Н. И., Атащиков С. А., Щеглова С. Н. Виртуальный атлас персонифицированной анатомии человека «SkiaAtlas» и возможности его применения // Вестник НГУ. Серия: Информационные технологии. 2020. Т. 18, № 1. С. 83–93. DOI 10.25205/1818-7900-2020-18-1-83-93

## Virtual Atlas of Personified Human Anatomy “SkiaAtlas” and the Possibility of Its Application

B. O. Shcheglov<sup>1</sup>, N. I. Bezulenko<sup>1</sup>, S. A. Atashchikov<sup>1</sup>, S. N. Scheglova<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Far Eastern Federal University  
Vladivostok, Russian Federation

<sup>2</sup> Northeast State University  
Magadan, Russian Federation

### Abstract

The work is devoted to the description of the structure of the developed SkiaAtlas software, which is focused on working with individual anatomical models of the human body and physiological parameters of the patient. The problem of using mock-up and post-sectional material in teaching medical students, and why the developed information system has advantages over these models, is shown. Virtual anatomical models were obtained from anonymous DICOM images of magnetic resonance imaging (MRI) and computed tomography (CT). The subsystems of the information system are described: a PACS server where all data is stored (server part) and a web application where the user works with data (client part). The information system modules implemented in the form of various software products are described in detail: data import module, anonymization module, DBMS module, visualization module, etc. The operation of these modules is illustrated schematically. It is shown in what programming languages and frameworks this software is implemented, and advantages of choosing these implementation tools relative to software are shown. The process of deleting personal data from DICOM files is described in detail; the process of obtaining the “mask” of the object in the picture, which is then used to obtain three-dimensional models of the patient’s internal organs. The process of user work with the database and the search for pathologies using the system interface tools are clearly described. The possibilities of using this information system in the educational field are shown – an illustration of specific clinical cases in order to search for cause-effect relationships in the pathogenesis of various diseases and the development of clinical thinking in a student. In a specific clinical case, an example is given of how the SkiaAtlas program was used to search for a pathology – a volumetric formation of the left hemisphere of the brain.

### Keywords

human anatomy, software, PACS server structure, database, personalized medicine

### Acknowledgments

Thank you for providing the research data. Center for Neurosurgery and Neurology, Medical Center, Far Eastern Federal University and Regional state autonomous healthcare institution “Vladivostok Clinical Hospital No. 2”, Vladivostok

### For citation

Shcheglov B. O., Bezulenko N. I., Atashchikov S. A., Scheglova S. N. Virtual Atlas of Personified Human Anatomy “SkiaAtlas” and the Possibility of Its Application. *Vestnik NSU. Series: Information Technologies*, 2020, vol. 18, no. 1, p. 83–93. (in Russ.) DOI 10.25205/1818-7900-2020-18-1-83-93

## Введение

Основной дисциплиной на начальных этапах медицинского образования являются нормальная человеческая анатомия, патологическая анатомия и топографическая анатомия. Будущие клинические дисциплины, как правило, требуют от студента достаточно широких знаний по этим базовым предметам – знание анатомической топографии является ключевым в изучении внутренних болезней, их инструментальной и лабораторной диагностики, их хирургического лечения. То, как развиваются патологические процессы и каковы изменения в человеческом теле при их развитии, рассказывает патологическая анатомия. Три эти дисциплины развивают главный навык лечащего врача – клиническое мышление [1].

Проблемой современных образовательных медицинских учреждений стала нехватка анатомического постсекционного (после патологоанатомического вскрытия) или макетного материала, на котором студенты отрабатывали бы свои знания<sup>1</sup>. Анатомические модели, кото-

<sup>1</sup> Постановление от 21 июля 2012 г. № 750 «Об утверждении правил передачи невостробованного тела, органов и тканей умершего человека для использования в медицинских, научных и учебных целях, а также использования невостробованного тела, органов и тканей умершего человека в указанных целях».

рые выполнены из искусственных материалов, имитирующих настоящие ткани, являются дорогостоящими. Хранение постсекционного материала затруднительно, а также затратно.

Авторами предлагается система виртуального анатомического атласа «SkiaAtlas», которая состоит из двух программных подсистем: PACS-сервера (Picture Archiving and Communication System) – электронной базы файлов DICOM-данных (Digital Imaging and Communications in Medicine) и настольного приложения [1–6].

На базе PACS-сервера реализуется программная обработка DICOM-снимков компьютерной / магнитно-резонансной томографии (КТ / МРТ) – их анонимизация и получение 3D-модели внутренних органов. Таким образом, получают индивидуальные анатомические модели, которые могут быть использованы в различных областях медицины. Изучение этих моделей производится с помощью инструментов веб-приложения «SkiaAtlas» [2; 5; 6].

После обработки снимков КТ / МРТ различных пациентов получают клинические кейсы, при наличии дополнительных данных (результаты биохимического скрининга, клинического анализа крови / мочи, анамнеза пациента) к которым можно проследить патогенез заболевания и все патологические изменения [5].

### Постановка задачи

Для использования результативных критериев оценки индивидуального состояния здоровья на каждом этапе жизни человека нужно наблюдение в динамике развития организма в норме и отслеживание трансформации его систем и органов при патологических изменениях биологических макрообъектов в виде снимков лучевых исследований с применением методов математико-статистического аппарата при инактивации гомеостатических констант в целом, в том числе при заболеваниях различного генеза [4; 6]. В связи с этим может использоваться аналитический метод, представленный в виде комплексной информационной системы постоянного наблюдения над морфологическими и патологическими изменениями макроструктур организма [1; 2; 6].

Визуализация с одновременным подключением изменения гомеостатических констант организма позволяет определять и анализировать этапы и процессы развития патологических изменений и дифференцировать определенные виды заболеваний среди сотен и тысяч различных нозологий [5; 6].

Процедура анализа имеет в своей основе проведение лучевого исследования (КТ и МРТ, ультразвуковое исследование) с получением DICOM-файла, выводом из него информации в виде снимков и дополнительных метаданных исследования (пол, возраст пациента, область исследования и др.) [2; 7].

Главным шагом к созданию данной системы является сбор DICOM-данных из открытых интернет-источников или больниц (Медицинский центр Дальневосточного федерального университета, Тысячечкоечная больница г. Владивостока), изучение заболеваемости в России и мире, анализ возможностей сегментации посредством алгоритмов фильтрации, изучения биофизики поглощения излучения различными тканями (шкала Хаунсфилда для КТ, константы скорости распространения ультразвука для УЗИ, зависимость частоты от магнитного поля Лармора для МРТ) и интеграции обработанных данных в 3D-модель [1; 2; 4–6].

Для практической реализации полученных данных разрабатывается современная комплексная информационная система (ИС) «SkiaAtlas» [2; 5; 6]. Разработка должна дать возможность получения, хранения и обработки данных лучевых исследований, проведения медико-статистических зависимостей между определенными константами организма в норме и при патологии, возможности подключения геоинформационных наблюдений за региональными уровнями заболеваемости и наличием превалирующих нозологий [1; 2; 4]. В дополнение к этому были инициализированы алгоритмы получения, анонимизации и вывода необходимых данных из DICOM-файла, использования методов фильтрации для определения (выделения «маски» объекта) необходимых для данного исследования тканей на основе их

физических свойств и методов машинного обучения (глубокого обучения с учителем, нелинейных полиномиальных регрессионных моделей), объединения последовательных изображений в единую 3D-модель [5–7]. Разрабатываемая система актуальна для медицинских, научных специалистов и студентов, так как она позволяет выполнять просмотр различных органов и тканей человека в норме и при патологии в динамике, проводить исследования корреляционных зависимостей от географии и времени выполненной лучевой диагностики, по полу пациента, а также встречаемости конкретных заболеваний.

### Архитектура информационной системы

Механизмы, их функциональность и получаемый на выходе уровень эмерджентности от их взаимодействия друг с другом являются основными факторами для определения архитектуры ИС [3]. Порядок ее функционирования построен на базе технологии «клиент-сервер», в которую входят клиентская и серверная части, а также встраиваемая СУБД SQLite3 [8; 9]. В данной технологии архитектура ИС построена следующим образом: запросы или сетевые нагрузки от клиента (пользовательские команды) поделены между «подрядчиками» (серверами) [3; 8]. В физическом плане эти части являются программным обеспечением, которые согласуются между собой посредством сетевых наборов правил, позволяющих выполнять соединение и обмен данными между включенными в сеть устройствами. Программы сервера ждут от клиентских программ запросы и в ответ передают им свои ресурсы в виде данных или сервисных функций. В рассматриваемой системе клиентом является пользователь браузера, а сервера – веб-сервер [8; 9]. Правила функционирования поделены между клиентом и сервером, компоновка программы выполняется в СУБД SQLite3, сеть в функциональном плане выполняет роль обменного пункта информацией. Данное решение системы обладает важным неоспоримым преимуществом для обычного пользователя в виде кроссплатформенности, т. е. отпадает зависимость использования какой-либо определенной операционной системы [8].

Клиентская часть приложения является самым главным механизмом в функционировании всей системы. В качестве базового компонента применяется веб-фреймворк Django с использованием библиотеки графического интерфейса пользователя (GUI) PyQt5, полностью направленного на применение языка Python, который является высокоуровневым языком программирования при выполнении разнообразных задач. Основной плюс использования – синхронное взаимодействие с веб-сервером при изменении кода программы. В пользу языка Python говорят его быстродействие, «читаемость», развитое комьюнити, невысокие требования к серверному программному компоненту.

Пользовательский интерфейс описывается в клиентской части, также от нее формируются запросы к серверу и обработка ответов от него. Веб-интерфейс пользователя имеет в своем составе методы, посредством которых пользователь взаимодействует с веб-сайтом или каким-либо приложением через веб-обозреватель. Сетевые интерфейсы имеют повсеместное распространение из-за роста популярности Интернета и, соответственно, обширного расширения веб-обозревателей [4; 8].

Главными требованиями к веб-интерфейсам являются приятный человеческому глазу набор визуальных элементов управления (фронтенд) и оптимальная функциональность в рабочем процессе в разных веб-обозревателях. Отсутствие требования в виде использования разнообразных программных продуктов – немаловажное преимущество веб-интерфейсов, так как широко распространенные операционные системы уже имеют в своем составе установленный веб-браузер [8; 9].

## Основные модули информационной системы

Работоспособность ИС обеспечивается суммарным взаимодействием программных продуктов, исполненных в виде отдельных модулей. Особенно выделим 9 из них (рис. 1).

1. Модуль импорта данных принимает на вход данные из файла формата \*.dcm в базу данных путем выбора определенных тегов:

- a. (0008, 0020) «Study Date» – дата проведенного исследования;
- b. (0008, 0060) «Modality» – вид проведенного исследования (КТ, МРТ, ПЭТ, УЗИ и др.);
- c. (0008, 0070) «Manufacturer» – компания – производитель исследовательского оборудования;
- d. (0008, 0080) «Institution Name» – учреждение, где было произведено исследование;
- e. (0010, 0040) «Patient's Sex» – пол пациента;
- f. (0010, 1010) «Patient's Age» – возраст пациента;
- g. (0018, 0015) «Body Part Examined» – исследованная часть тела;
- h. (0020, 0000) «Group Length» – количество снимков в серии исследования;
- i. (0018, 0050) «Slice Thickness» – толщина слоя;
- j. (0018, 9323) «Exposure Modulation Type» – вид отображения (2D, когда сделано несколько снимков, или 3D, когда получены все снимки, исходя из размеров исследуемой области).

2. Модуль анонимизации – присваивание тегу (0010, 0010) «Patient's Name» сгенерированного ключа-идентификатора с помощью библиотеки uuid.

3. SQLite3 – встраиваемая компактная СУБД, в которой хранится информация о рассматриваемых случаях.

4. Модуль обработки данных на сервере отвечает за обработку поступающих необработанных данных от пользователя и, исходя из уровня доступа и запросов пользователя, выгрузку данных из базы данных и при модификации данных в БД.

5. Модуль наблюдения – принятие мер на действия пользователя в зависимости от поступающего запроса выбор нужного действия.

6. Модуль визуализации – интерфейс и воспроизведение информации на экране пользователя.

7. Модуль модификации – компонент, ответственный за изменение информации.

8. Модуль отчетов – часть системы, функция которой заключается в записи в лог-файл и обработку отчетов о работе системы.

9. Модуль запросов – элемент, отвечающий за отображение информации по вариативности анатомии и констант организма каждого организма.

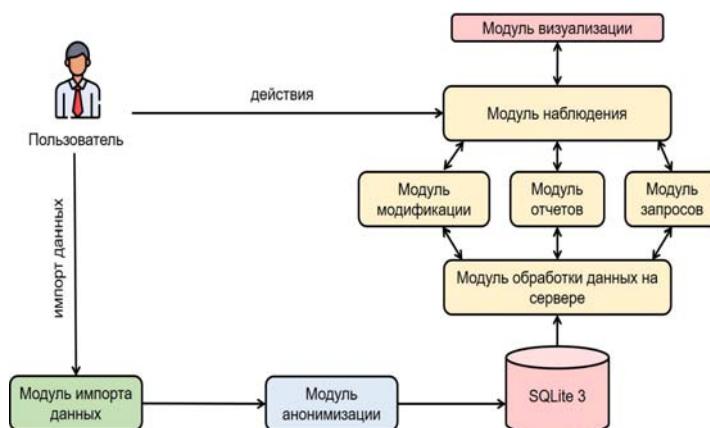


Рис. 1. Схема модулей базы данных SkiaAtlas

Fig. 1. Scheme of SkiaAtlas database modules

Любой модуль имеет строго определенную для него функциональность. При потребности внесения модификаций в тот или иной модуль надо изменить определенную функцию. Функционал каждого модуля можно увеличивать и совершенствовать, добавлять новые процедуры и функции.

### Отображение данных и результатов анализа

Запустив браузер, пользователь вводит в строку поиска адреса URL веб-сайта информационной системы, что приводит к загрузке потока HTML-страниц, графики и клиентских сценариев на его компьютер. На стороне клиента веб-обозреватель реализует рендеринг полученного кода с представлением графических частей фронтенда: отображение табличной структуры базы данных по каждому рассматриваемому случаю, средства масштабирования и навигации с инструментами переключения различных типов исследования (рис. 2).

Табличная структура базы данных – основная составляющая интерфейса системы. Встроенное окно 3D-просмотра позволяет без проблем перемещаться по 3D-сцене с рассматриваемым анатомическим органом и изменять масштаб. На сцене можно просмотреть маленькие части, полученные в ходе обработки файлов лучевой диагностики, например сколы, разрывы в ходе механического воздействия на орган в целом, объемные патологические процессы. Элементы навигации и масштабирования состоят из различных кнопок, обеспечивающих навигацию и масштабирование веб-сцены.

Объекты, расположенные в таблице (см. рис. 2), обладают разными свойствами и признаками, полученными при работе модулей импорта, анонимизации и обработки поступающих данных. Они включают в себя: ключ-идентификатор; дата проведенного исследования; вид проведенного исследования; компанию-производителя исследовательского оборудования; учреждение, где было произведено исследование; пол обследованного и его возраст; часть тела, над которой проводилось лучевое исследование; количество снимков в серии исследования; толщина слоя одного снимка; вид отображения (2D, когда сделано несколько снимков, или 3D, когда получены все снимки, исходя из размеров исследуемой области); дополнительные данные (наличие биохимического и общего анализа крови, мочи, сопутствующих заболеваний, особенностей образа жизни). Данную систему можно использовать с целью демонстрации конкретных клинических случаев.

В качестве примера рассмотрим клинический кейс пациентки В (рис. 3).

Пациентка В., 1959 г. р., обратилась в стационар МЦ ДВФУ по направлению с жалобами на головные боли, припухлость левой височной области, судорожные приступы, снижение памяти. С лета 2018 г. появилась шаткость походки, приступы головокружения и дезориентации, по поводу чего пациентка обратилась к неврологу – было рекомендовано ЭЭГ, МРТ головного мозга. По результатам ЭЭГ были выявлены изменения: эпи-активность. По результатам МРТ головного мозга патологии не обнаружено. В стационаре МЦ ДВФУ после осмотра невролога была назначена КТ головного мозга с контрастным усилением. Результат этого исследования – объемное образование левой височной доли. Показано оперативное лечение. Диагноз симптоматической фокальной эпилепсии поставлен с учетом обнаружения объемного образования левой височной доли.

Таким образом, эпилептические приступы пациентки обусловлены объемным образованием. Причинно-следственные связи в патогенезе эпилепсии можно установить с помощью разработанной системы.

Информационную систему «SkiaAtlas» можно использовать для аналогичной демонстрации различных клинических кейсов совместно с анамнезом заболевания и данными сопутствующих исследований, что соответствует трем ключевым аспектам клинического мышления [10]:

- 1) усвоение информации о клинических симптомах, синдромах и нозологических формах;
- 2) накопление персонального клинического опыта;
- 3) развитие навыков решения проблемных клинических задач, особенно диагностических.

## Изменить Данные пациента

Type of patient: Тип данных Открытый с номером id 1

Data of patient surname: dhdh3525ubnhr

Data of patient description: Анамнез: Хроническая Почечная Недостаточность.  
КТ головы Выполнялось для подтверждения/исключения опухоли.  
Анализы на момент поступления в стационар:  
Креатинин - 150  
Тромбиновое время - 18,5  
RV/AgV (Анализ мочи RB - это серологический анализ на выявление антител к бледной трепонеме. AgV - анализ на наличие антицитруллиновых антител) - 3

Data of patient sex: Женщина

Data of patient age: 30

Type of study conducted: CT

Place of study conducted: -

Apparatus on which the study was conducted: TOSHIBA

Part of body: HEAD

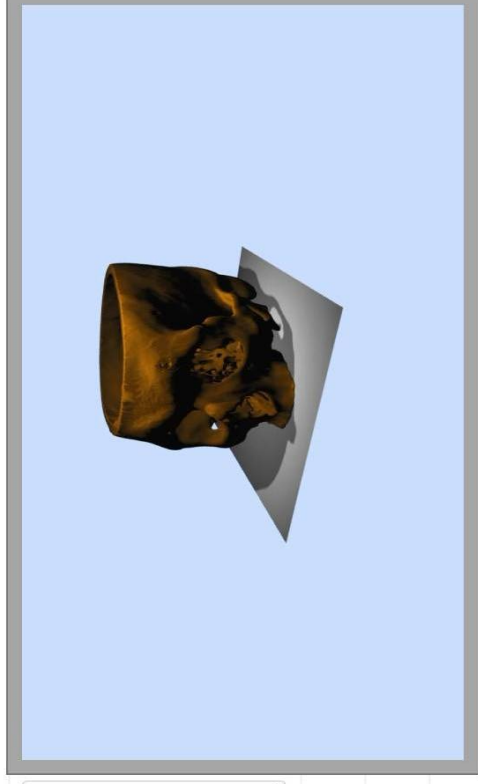


Рис. 2. Окно с информацией по каждому случаю  
Fig. 2. Information window for each case

Администрирование Django

Добавить Данные пациента

Наполе Scale / Данные пациентов / Добавить Данные пациента

Добро пожаловать, ВОИДИН. Открыть сайт / Изменить пароль / Выйти

Тип данных: Открытый с номером ID 1

пбейтубебурш

Дата of patient's birth: 2008-01-01

Дата of patient description: (МКБ D43.0) Объемное образование левой височной доли. Церебральный синдром. Симптоматическая фокальная эпилепсия

Дата of patient sex: Женщина

Дата of patient age: 60

Тип of study conducted: CT

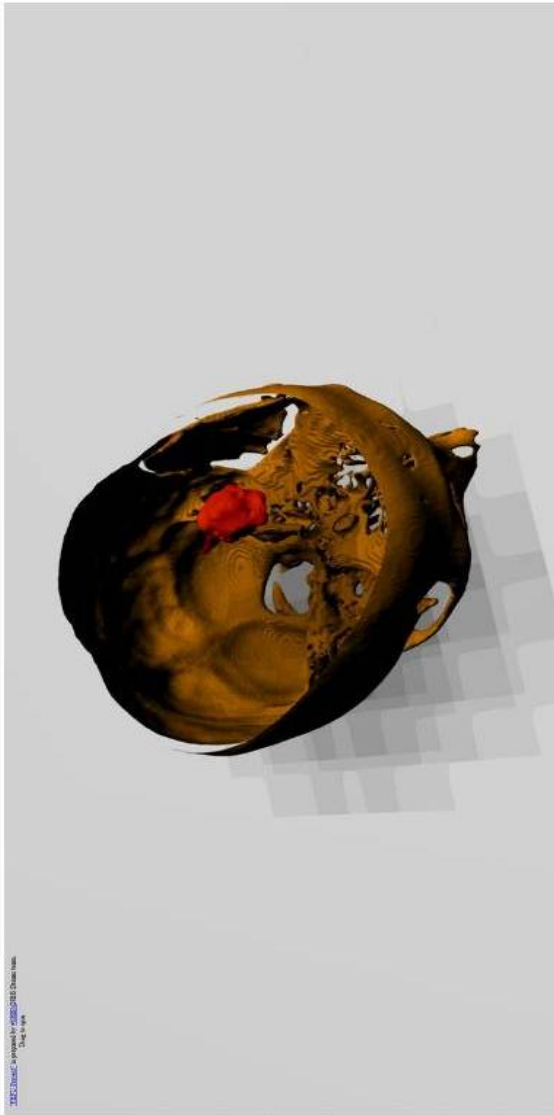
Место of study conducted: Medical Centre FEU

Аппарат on which the study was conducted: TOSHIBA

Part of body: HEAD

Дата of the study: 27.06.19

Is active



Сохранить и добавить другой объект

Сохранить и продолжить редактирование

СОХРАНИТЬ

Рис. 3. Демонстрация клинического случая пациентки В (объемное образование подсвечено красным)  
 Fig. 3. Demonstration of the clinical case of patient В (The volumetric formation is highlighted in red)



Данную информационную систему можно использовать для моделирования настоящих клинических ситуаций, когда необходимо из исходных данных (анамнеза пациента, данных лабораторных и инструментальных исследований) поставить клинический диагноз. Но возможно создание медицинских задач по моделированию, где необходимо будет не только поставить диагноз, но и назначить лечение согласно клиническим рекомендациям, провести различные прогностические, профилактические действия для предотвращения возникновения данного заболевания [11].

### Заключение

Разработанная информационная система определена для работы с результатами проводимых медицинских методов исследования, включая данные по оборудованию, на котором были проведены исследования и места расположения медицинского учреждения, части тела, над которой проводилась диагностика, и дополнительные данные по клинко-диагностической лаборатории.

Информационная система имеет базу данных с таблицами, содержащими информацию по данным проведенного лучевого и клинко-диагностических исследований. Составлены серверная и клиентская части ИС, реализована возможность просмотра 3D анатомических моделей органов и информации о них, увеличения и изменения данных о проведенных методах медицинской диагностики с течением времени, что позволяет проследить трансформацию нормального органа в патологический в макромасштабе и при изменении физиологических констант организма.

### Список литературы

1. **Безуленко Н. И., Щеглов Б. О.** Разработка виртуального атласа персонифицированной человеческой анатомии «SkiaAtlas» и изучение возможностей его применения в обучении студентов медицинских вузов // Информационные технологии: Материалы 57-й Междунар. науч. студ. конф. Новосибирск: ИПЦ НГУ, 2019. С. 41. ISBN 978-5-4437-0871-3.
2. **Безуленко Н. И., Щеглов Б. О.** Разработка системы SkiaAtlas для автоматизированного определения плотности костей черепа по КТ снимкам // Инновации и технологии в биомедицине: Сб. материалов науч.-практ. конф. Владивосток: Изд-во ДВФУ, 2019. С. 12–15. ISBN 9-78-5-7444-4583-6.
3. **Ружников Г. М. и др.** Современные технологии информационно-аналитической оценки // Бюл. СО РАМН. 2012. Т. 32, № 6 (57). С. 55–59.
4. **Щеглов Б. О., Багрянцев В. Н., Атарщиков С. А. и др.** Оценка качества диагностики спондилолистеза с помощью программ-слайсеров // Современные проблемы физики и технологий: Тез. докл. VII Междунар. молодежной науч. школы-конференции. М.: НИЯУ МИФИ, 2018. Ч. 2. С. 156–157. ISBN 978-5-7262-2467-1.
5. **Щеглов Б. О., Щеглова С. Н., Щелканов М. Ю. и др.** Эффективность внедрения лаборатории 3D-моделирования в лечебно-диагностических медицинских учреждениях // Якутский медицинский журнал. 2019. № 3 (67). С. 109–111. DOI 10.25789/УМЖ.2019.67.30
6. **Щеглов Б. О.** Разработка программного обеспечения SkiaSorter для визуализации поликистоза печени // Современные проблемы физики и технологий: Тез. докл. VIII Междунар. молодежной науч. школы-конференции. М.: НИЯУ МИФИ, 2019. Ч. 1. С. 172–173. ISBN 978-5-7262-2576-0.
7. **Щеглов Б. О.** Восстановление некачественных КТ снимков с помощью нейронной сети // Дни науки: Сб. материалов науч.-практ. конф. студентов, аспирантов и молодых уче-

- ных: В 3 ч. Владивосток: Изд-во ДВФУ, 2018. Ч. 1: Материалы Школы биомедицины и Школы искусств и гуманитарных наук ДВФУ. С. 91–92. DOI 10.24866/7444-4309-2
8. **Загорулько Ю. А.** Технология разработки интеллектуальных научных интернет-ресурсов, ориентированная на экспертов предметной области // Инфраструктура научных информационных ресурсов и систем: Сб. избр. науч. ст. Труды IV Всерос. симп. / Под ред. Е. В. Кудашева, В. А. Серебрякова. М.: ВЦ РАН, 2014. Т. 1. С. 69–86.
  9. **Грегер С. Э.** Проектирование и реализация онтологии навигационной системы сайта // Объектные системы. 2012. № 1 (6). С. 19–24.
  10. **Кузьминов О. М., Крупенькина Л. А.** Формирование клинического мышления и дидактические задачи программных средств учебного назначения // Научные ведомости. Серия: Медицина. 2012. № 18 (161). С. 99–102.
  11. **Турчина Ж. Е., Белобородов А. А., Данилина Е. П.** Некоторые аспекты формирования клинического мышления у студентов младших курсов // Сибирское медицинское обозрение. 2013. № 4. С. 88–90.

### References

1. **Bezulenko N. I., Shcheglov B. O.** Development of a virtual atlas of personal human anatomy “SkiaAtlas” and the study of the possibilities of its use in teaching students of medical universities. In: Information technology: Materials of the 57th International scientific stud. conf. Novosibirsk, NSU Press, 2019, p. 41. ISBN 978-5-4437-0871-3. (in Russ.)
2. **Bezulenko N. I., Shcheglov B. O.** Development of the SkiaAtlas system for automated determination of the density of skull bones from CT images. Innovations and technologies in biomedicine. Collection of materials of scientific and practical conf. Vladivostok, FEFU Press, 2019, p. 12–15. ISBN 9-78-5-7444-4583-6. (in Russ.)
3. **Ruzhnikov G. M. et al.** Modern technologies of information-analytical assessment. *Bull. SB RAMS*, 2012, vol. 32, no. 6 (57), p. 55–59. (in Russ.)
4. **Shcheglov B. O., Bagryantsev V. N., Atarshchikov S. A. et al.** Evaluation of the quality of diagnosis of spondylolisthesis using slicer programs. In: Modern problems of physics and technology. VII International Youth Scientific Shchool-Conference. Abstracts. Moscow, NRNU MEPhI, 2018, pt. 2, p. 156–157. ISBN 978-5-7262-2467-1. (in Russ.)
5. **Shcheglov B. O., Shcheglova S. N., Shchelkanov M. Yu. et al.** Efficiency of introducing a 3D-modeling laboratory in medical diagnostic medical institutions. *Yakutsk Medical Journal*, 2019, no. 3 (67), p. 109–111. DOI 10.25789/YMJ.2019.67.30 (in Russ.)
6. **Shcheglov B. O.** SkiaSorter software development for imaging of polycystic liver disease. In: Modern problems of physics and technology. VIII International Youth Scientific Shchool-Conference. Abstracts. Moscow, NRNU MEPhI, 2019, pt. 1, p. 172–173. ISBN 978-5-7262-2576-0. (in Russ.)
7. **Shcheglov B. O.** Recovery of low-quality CT images using a neural network. In: Days of Science. Collection of materials of the scientific and practical conference of students, graduate students and young scientists. Vladivostok, FEFU Press, 2018, part 1. Materials of the Shchool of Biomedicine and the School of Arts and Humanities of the FEFU, p. 91–92. DOI 10.24866/7444-4309-2 (in Russ.)
8. **Zagorulko Yu. A.** The development technology of intelligent scientific Internet resources, focused on domain experts. In: Infrastructure of scientific information resources and systems: Sat. Fav. Scientific Art. Proceedings of the Fourth All-Russian Symposium. Eds. E. V. Kudashева, V. A. Serebryakova. Moscow, 2014, vol. 1, p. 69–86. (in Russ.)
9. **Greger S. E.** Design and implementation of the ontology of the site’s navigation system. *Object systems*, 2012, no. 1 (6), p. 19–24. (in Russ.)

10. **Kuzminov O. M., Krupenkina L. A.** Formation of clinical comprehension and educational software didactic tasks. *Scientific sheets. Medicine series*, 2012, no. 18 (161), p. 99–102. (in Russ.)
11. **Turchina J. E., Beloborodov A. A., Danilina E. P.** Some aspects of the clinical thinking forming among undergraduate students. *Siberian medical review*, 2013, no. 4, p. 88–90. (in Russ.)

*Материал поступил в редколлегию*  
*Received*  
*26.11.2019*

### Сведения об авторах

**Щеглов Богдан Олегович**, студент 4 курса Школы биомедицины, руководитель студенческого объединения «3D-моделирование в биомедицине» Центра проектной деятельности Дальневосточного федерального университета (Владивосток, Россия)  
b.shcheglov@mail.ru

**Безуленко Никита Иванович**, студент 5 курса Школы биомедицины Дальневосточного федерального университета (Владивосток, Россия)  
bezulenko.nik@bk.ru

**Атарщиков Сергей Анатольевич**, старший преподаватель Школы биомедицины Дальневосточного федерального университета (Владивосток, Россия)  
kadkag@mail.ru

**Щеглова Светлана Николаевна**, кандидат педагогических наук, доцент, доцент кафедры математики и информатики, Северо-Восточный государственный университет (Магадан, Россия)  
schegloff@mail.ru

### Information about the Authors

**Bogdan O. Shcheglov**, 4<sup>th</sup> year student of the School of Biomedicine, head of the student association “3D-modeling in biomedicine” of the Center for Project Activities, Far Eastern Federal University (Vladivostok, Russian Federation)  
b.shcheglov@mail.ru

**Nikita I. Bezulenko**, 5<sup>th</sup> year student of the School of Biomedicine, Far Eastern Federal University (Vladivostok, Russian Federation)  
bezulenko.nik@bk.ru

**Sergey A. Atarschikov**, Senior Lecturer, School of Biomedicine, Far Eastern Federal University (Vladivostok, Russian Federation)  
kadkag@mail.ru

**Svetlana N. Shcheglova**, Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Mathematics and Computer Science, North-East State University (Magadan, Russian Federation)  
schegloff@mail.ru