

УДК 004:61

**Махамбаев Даулет Болатович,**

1 курс докторанты, Қазақ инновациялық гуманитарлық-заң университеті, Семей қ.

**Кайсанова Жанар Жармухамбетовна,**

аға оқытушы, Қазақ инновациялық гуманитарлық-заң университеті, Семей қ.

## МЕДИЦИНАДА 3D ТЕХНОЛОГИЯЛАРДЫҢ БОЛАШАҒЫ

Мақалада 3D-технологиялардың негізгі бағыттары қарастырылған, медицинада 3D-модельдеуді қолдану мүмкіндігі мен қажеттілігі көрсетілген. Мақалада кардиохирургияда 3D-технологияларды қолдану қажеттілігі қарастырылған. Күрделілігі мен қымбат болуына қарамастан, 3D технологиялары оқыту саласында үлкен перспективаны ашты, кез келген идеяны іске асыруға, белгілі бір міндеттерді шешуге, стандартты емес ойлауды дамытуға және білім алушылардың дайындық деңгейін арттыруға мүмкіндік береді, соңында медициналық қызмет көрсету сапасына жағымды әсер етеді. Өз арсеналында 3D-модельдеуді пайдаланатын стационарлар неғұрлым тартымды және сұранысқа ие болады, бұл олардың медициналық қызметтердің өзгермелі нарығы жағдайында бәсекеге қабілеттілігін арттырады.

**Түйін сөздер:** үшөлшемді модельдеу, компьютерлік графика, виртуальды хирург, визуализациялау, математикалық модельдеу, 3D-технологиялар, жүректің үшөлшемді моделі

В статье рассмотрены основные направления 3D-технологий, показана возможность и необходимость использования 3D-моделирования в медицине. В статье рассмотрен вопрос необходимости применения 3D-технологий в кардиохирургии. Несмотря на сложность и дороговизну, 3D технологии открывают большую перспективу в сфере обучения, дают возможность воплотить любую идею, решить определённые задачи, развить нестандартное мышление и повысить уровень подготовки обучающихся, что, в конечном итоге, благоприятным образом отразится на качестве медицинского обслуживания. Стационары, использующие в своём арсенале 3D-моделирование, будут более привлекательны и востребованы, что повысит их конкурентоспособность в условиях меняющегося рынка медицинских услуг.

**Ключевые слова:** трехмерное моделирование, компьютерная графика, виртуальный хирург, визуализация, математическое моделирование, 3D-технологий, трехмерная модель сердца

The article describes the main directions of 3D-technologies, shows the possibility and necessity of using 3D-modeling in medicine. In the article the question of necessity of application of 3D technology in cardiac surgery. Despite the complexity and high cost, 3D technologies open up a great prospect in the field of education, make it possible to realize any idea, solve certain problems, develop non-standard thinking and improve the level of training of students, which ultimately will have a positive impact on the quality of health care. Hospitals that use 3D modeling in their Arsenal will be more attractive and in demand, which will increase their competitiveness in the changing market of medical services.

**Keywords:** three-dimensional modeling, computer graphics, virtual surgeon, visualization, mathematical modeling, 3D technology, three-dimensional heart model

Соңғы онжылдықта 3D-технологиялар медицинаны қоса алғанда, қоғам өмірінің барлық салаларына еніп отыр. Қиял көрінген нәрселер шынайыға айналды.

Сандық деректерді пайдаланумен физикалық үшөлшемді объектілерді дайындау технологиясын алғаш рет 1984 жылы американдық Чарльз Халл әзірледі. Екі жылдан кейін ол патенттелген және "стереолитография" деген атауға ие болды.

Қазіргі медицинада үшөлшемді технологияларды қолдану бірнеше бағытта дамуда. Біріншіден, бұл органдарды сканерлеу. Компьютерлік томография (КТ) және магниттік-

резонанстық томография (МРТ) диагностиканың заманауи стандарты болып табылады.

Үшөлшемді суреттердің жазықтықтың алдындағы артықшылықтары: 3D-сканерлеу кезінде маман жасырын мәселелерді анықтай алады және кейіннен пациентке нақты емдеуді тағайындай алады, сондай-ақ ауыр аурулардың дамуының алдын алады. Екіншіден, ағзалардың 3D-модельдері шығарылады, олардың патологиясын дәл зерттеуге және операция жүргізер алдында тәжірибе алмасуға мүмкіндік береді.

Үшіншіден, 3D принтерлер арқылы үш өлшемді бейнелер негізінде имплантаттар

белсенді түрде жасалады. Сондай-ақ, жасанды сүйектер, ұлпалар, қан тамырлары мен ағзаларды құру технологиялары әзірленуде.

Қазіргі заманғы ақпараттық технологиялар әртүрлі міндеттерді шешуде яғни, пациенттерді деректер базасына енгізуден бастап күрделі диагностикалық жүйелерге және роботтық хирургияның аппаратты-бағдарламалық кешендеріне дейін пайдаланылады. Ақпараттық технологияларды қолданудың өзекті міндеттерінің бірі адам жүрегін модельдеу болып табылады.

Бұл тақырыптың өзектілігі екі негізгі факторға байланысты. Олардың біріншісі - өте маңызды мәселе жүрек-тамыр аурулары. Жүрек-қан тамырлары ауруларының диагностикасы маңызды мәселе болып табылады. Екінші фактор - бұл қазіргі таңда жекелеген жүйелердің қалыпты жұмыс істеуін моделдеу мен талдауға ақпараттық технологияларды жаппай енгізу.

Адам жүрегін модельдеу саласы медициналық және техникалық пәндердің қиылысу кезеңінде. Ал ғылым тарихы бойынша түрлі салалардың түйіскен кезінде серпілістер жиі орын алады. Атақты ғалым-кибернетик Норберт Винердің және физиолог Артуро Розенблюттың бірлескен жұмысын еске түсіруге болады.

Көптеген ғалымдар мен ғылымның бөлімдері жүрек тақырыбының, оның белсенділігінің жекелеген аспектілерін сәтті әзірледі. Бірақ көбінесе бір-бірінен оқшау болды. Ақпараттық технологиялардың қазіргі даму деңгейі, модельдеу және визуализациялау бұл жұмыстарды зерттеу мақсаттарында, оқыту және диагностика үшін пайдалануға мүмкіндік береді.

Мысалы, Нильс Весселдің болашақ жұмысының мақсаттарын тұжырымдай келе: «тағы бір мақсат, демек, сапалы жаңа қадамға бару: деректерді талдау мен модельдеу үйлесімі».

Егер жүрек жұмысының адекватты моделі бар болса, онда деректерді талдау дегеніміз нақты адамның ерекшеліктерін көрсететін модельдің параметрлерін алу, ал модельдеу - бұл жеке параметрлерді ескере отырып, осындай модельде жүректің жұмыс істеуін зерттеу.

Мұны тіпті диагностика парадигмасының ауыстырылуы және пациенттің диагностикаланған жағдайы оның физиологиялық ерекшеліктерін ескере отырып модельге (немесе симуляциялық диагностикаға) негізделген диагностикаға көшуі деп атауға болады.

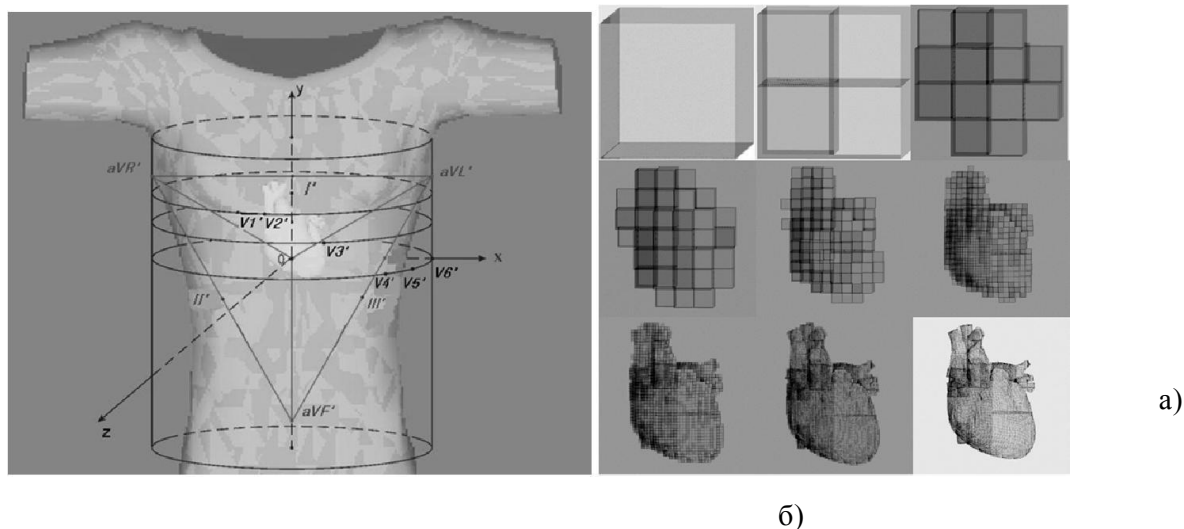
Мұндай тәсіл медицинаны дараландыру бойынша, жеке медициналық бейін енгізу, диагностикалық деректер мен диагностика нәтижелерін сақтаудың ұзақ мерзімді тарихы бойынша барлық әлемдік үрдістермен толықтай келісіледі.

Жүректі моделдеудің негізі жүректің электрлік белсенділігінің моделі болуы мүмкін. Мұндай модельдердің тұтас класы, елеулі айырмашылықтарға қарамастан, жүректі электр генераторы ретінде қарау, оны жүрек орнына орналастыру кезінде біз ЭКГ денесінің бетіне қанағаттанарлық қателікпен тіркей алуымыз қажет.

Мұндай модельдер қазіргі кезде өте көп: нүктелік заряд, диполь, квадруполь, мультиполь немесе көп типті генератор және т. б. Әсіресе осындай модельдерді әзірлеуге ресейлік ғалымдар өз үлестерін қосуда: В. С. Мархасин, Л. И. Титомир, М. П. Рощевский, О. В. Баум, А. Н. Волобуев, М. Н. Крамм.

Жүректің электрлік белсенділігі моделінің параметрлерін алу электродинамиканың кері есебінің шешуімен байланысты. Осыған байланысты кері есептер әрқашан нақты емес, ал олардың шешімі күрделі болуы мүмкін екенін ұмытпаған жөн.

Көптеген жұмыстарда жүректің электр белсенділігінің көп типті моделін қолданамыз [1]. Мұндай модельдің маңызды элементі - жүректің геометриялық моделі немесе квазиепикард. Геометриялық модель ретінде тірек нүктелері негізінде құрылған беттік полигоналды модель де, кеңістікті рекурсивті бөлу негізінде құрылған көлемді воксельді модель де пайдаланылады (сурет. 1).



1-сурет. Жүректің үшөлшемді моделі:

а – кеуде қуысы моделінің ішіндегі беттік модель;

б – көлемді модель

Ұсынылған модельдер жүрек моделінің беті бойынша электр сипаттамаларының таралуын алу үшін қолданылады [2]. Қазір осы жоба аясында модельдің геометриялық параметрлерін динамикалық өзгерту әдістемесі әзірленуде.

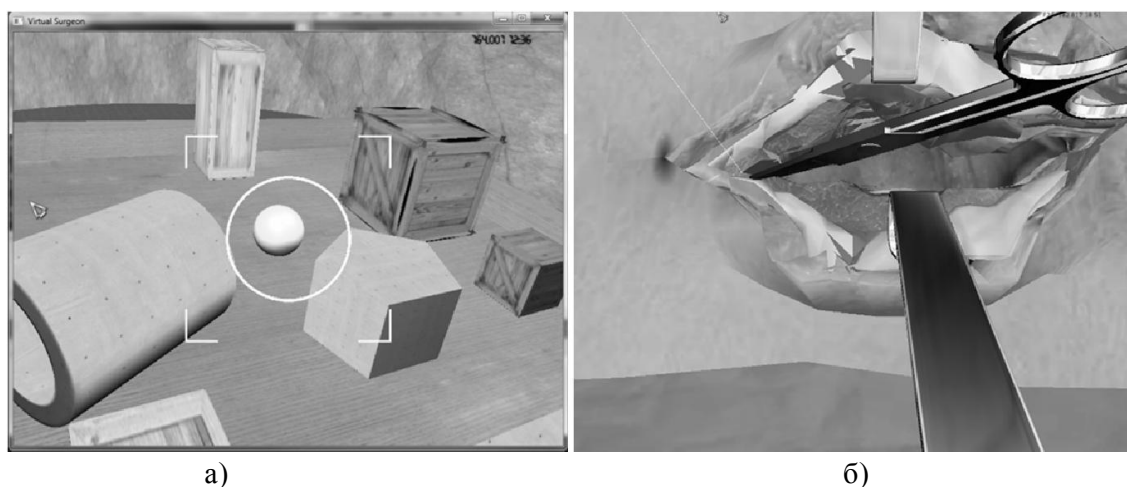
### Виртуальды хирург

Басқа да өзекті және өте қызықты жоба ретінде үш өлшемді модельдеу және медициналық оқыту саласында визуализация технологияларын іске асыратын "виртуалды хирург" болып табылады. Бұл эндоскопиялық, эндоваскулярлық және ашық хирургия дағдыларын, сондай-ақ адам анатомиясының үш өлшемді атласын үйретуге арналған бірінші

компьютерлік симуляциялық тренажер. Бұл лапароскопияның базалық дағдылары, операциялық өріс объектілерін модельдеу және визуализациялау әдістемесі, құралдар, физикалық өзара іс-қимыл, полигондық және көлемді модельдер қимасы, сондай-ақ хирургиялық тренажерлерді құру үшін бағдарламалық қамтамасыз етуді әзірлеу құралдарының архитектурасы [3].

Техникалық жағы OGRE3D графикалық кітапханасы, NVidia және Bullet PhysX физикалық кітапханалары, Microsoft Visual Studio интеграцияланған ортасы сияқты қазіргі заманғы құралдарды пайдалана отырып әзірленген.

2-суретте әртүрлі кейстерден алынған визуализация мысалдары көрсетілген.



2-сурет. Операциялық өріс визуализациясы

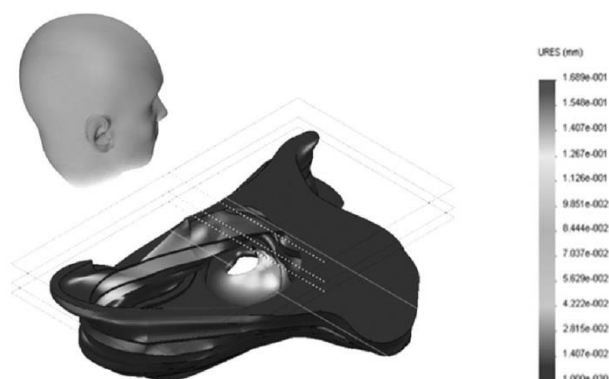
а - эндоскопиялық камерамен жұмыстың базалық дағдыларының модулі;  
б – ашық хирургия, кесу.

### Жоғарғы жақ қуысына әсер етуді модельдеу

Тағы бір жоба жоғарғы жақ қуысында операцияларды жоспарлау үшін үшөлшемді модельдеуді қолданумен тікелей байланысты.

Үшөлшемді модельді құру үшін томограммалар қолданылады. Сонымен қатар қуыстың геометриялық және механикалық параметрлерінің жас өзгерістерін зерттеуі және талдауы бойынша жұмыс жүргізіледі.

Құрылған модельді қолдану арқылы соңғы элементтер әдісі көмегімен хирургиялық аспаптың әсерінен пайда болған деформацияларды зерттеу бойынша есептеу эксперименттері орындалады [4]. Әр түрлі қол жеткізу нүктелерін пайдаланып жарақаттылық салыстырылады, пайда болатын деформациялардың ерекшеліктері анықталады (3-сурет).



3-сурет. Жоғарғы жақ қуысының кернеулі-деформацияланған күй параметрлерінің визуализациясы

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі

1. Титомир Л.И. Математическое моделирование биоэлектрического генератора сердца/ Л. И. Титомир, П. Кнеппо. – М. : Наука, Физматлит, 1999. – 447 с.
2. Митрохина Н.Ю. Анализ электрической активности сердца с использованием геометрических параметров/ Н. Ю. Митрохина, А. В. Кузьмин, Е. В. Петрунина// Медицинская техника. – 2013. – № 6. – С. 38–41.
3. Алгоритмы определения видимости объектов сцены при симуляционном обучении базовым навыкам лапароскопии/ А.В. Кузьмин, М.Г. Милюткин, А.С. Черепанов, А.В. Иващенко, А.В. Колсанов, Р.Р. Юнусов// Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Технические науки. – 2013. – № 3. – С. 40–51.
4. Григорькина Е.С. Компьютерное 3D-моделирование травмирующего воздействия на верхнюю челюсть/ Е. С. Григорькина, А. В. Кузьмин, С. В. Сергеев // Практическая медицина. – 2015. – № 2 (87). – Т. 2. – С. 76–78.
5. Денисов О.Е. Информационная система для изучения анатомии человека/ О. Е. Денисов, И. А. Левашов, А. В. Кузьмин// Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. – 2014. – № 2 (10). – С. 153–157.

**Махамбаев Даулет Болатович**

**Лауазымы** 1-курс докторанты, Қазақ инновациялық гуманитарлық-заң университеті, Семей қ.

**Пошталық мекен-жайы:** Қазақстан Республикасы, ШҚО, Семей қ., Мәңгілік ел көшесі, 11  
**ұялы тел:** +77071300102

**Медицинада 3D технологиялардың болашағы**

**Кайсанова Жанар Жармухамбетовна**

**Лауазымы:** аға оқытушы, Қазақ инновациялық гуманитарлық-заң университеті, Семей қ.

**Пошталық мекен-жайы:** Қазақстан Республикасы, ШҚО, Семей қ., Мәңгілік ел көшесі, 11  
**ұялы тел:** +77471999345

**Медицинада 3D технологиялардың болашағы**

**Махамбаев Даулет Болатович**

**Должность:** докторант 1 курса, Казахский гуманитарно-юридический инновационный университет, г. Семей

**Почтовый адрес:** Республика Казахстан, ВКО, г.Семей, ул. Мәңгілік ел, 11  
**сот. тел:** +77071300102

**Перспективы 3D технологий в медицине**

**Кайсанова Жанар Жармухамбетовна**

**Должность:** старший преподаватель, Казахский гуманитарно-юридический инновационный университет, г. Семей

**Почтовый адрес:** Республика Казахстан, ВКО, г.Семей, ул. Мәңгілік ел, 11  
**сот. тел:** +77471999345

**Перспективы 3D технологий в медицине**

**Makhambayev Daulet**

**Position:** Doctoral student of the 1st course of "Computer science" Kazakh Humanitarian Juridical Innovative University, Semey city

**Mailing address:** Republic of Kazakhstan, EKA, Semey, Mangilik El St., 11  
**cells. ph:** +77071300102

**Prospects of 3D-technologies in medicine**

**Kaisanova Zhanar**

**Position:** Senior Lecturer, Kazakh Humanitarian Juridical Innovative University, Semey city

**Mailing address:** Republic of Kazakhstan, EKA, Semey, Mangilik El St., 11  
**cells. ph:** +77471999345

**Prospects of 3D-technologies in medicine**