

spiratory and Cardiovascular Systems / A. Diané, G.W. Payne, S.L. Gray // Journal of Metabolic Syndrome. – 2014. – Vol. 3(4). URL: <http://www.omicsonline.org/open-access/multifaces-of-pituitary-adenylate-cyclaseactivating-polypeptide-pap-cap-2167-0943.1000162.pdf> (access date: 30.09.2018). DOI: 10.4172/2167-0943.1000162.

22. Neurogenic mechanisms in bronchial inflammatory diseases / D.A. Groneberg, D. Quarcoo, N. Frossard [et al.] URL: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/j.1398-9995.2004.00665.x> (access date: 29.10.2018). DOI: 10.1111/j.1398-9995.2004.00665.x.

23. Neuropeptide receptors as potential drug targets in the treatment of inflammatory conditions / E. Pinter, G. Pozsgai, Z. Hajna [et al.] // British Journal of Clinical Pharmacology. – 2014. – Vol. 77, №1. – P. 5–20. DOI: 10.1111/bcp.12097.

24. NPY and NPY receptors in airway structural and inflammatory cells in allergic asthma / T.O. Makinde, R. Steininger, D.K. Agrawal // Experimental and Molecular Pathology. – 2013. – Vol. 94, №1. – P. 45–50. DOI: 10.1016/j.yexmp.2012.05.009.

25. Pharmacology of Bradykinin-Evoked Coughing in Guinea Pigs / M.M. Hewitt, G. Adams, S.B. Mazzone [et al.] // J. Pharmacol. Exp. Ther. 2016. – Vol. 357, №3. – P. 620–628. DOI: 10.1124/jpet.115.230383.

26. Promising Therapeutic Target for Metabolic Diseases: Neuropeptide Y Receptors in Humans / M. Yi, H. Li, Z. Wu [et al.] // Cellular Physiology and Biochemistry. – 2018. – Vol. 45, №1. – P. 88–107. DOI: 10.1159/000486225.

27. Pulmonary peptidergic innervation remodeling and development of airway hyperresponsiveness induced by RSV persistent infection / Y.R. Tan, T. Yang, S.P. Liu [et al.] // Peptides. – 2008. – Vol. 29, №1. – P. 47–56. DOI: 10.1016/j.peptides.2007.10.020.

28. Role of MUC5AC in the pathogenesis of exercise-induced bronchoconstriction / T.S. Hallstrand, J.S. Debley, F.M. Farin [et al.] // Journal of Allergy and Clinical Immunology. – 2007. – Vol. 119, №5. – P. 1092–1098. DOI: 10.1016/j.jaci.2007.01.005.

29. Silencing nociceptor neurons reduces allergic airway inflammation / S. Talbot, R.E. Abdulnour, P.R. Burkett [et al.] // Neuron. – 2015. – Vol. 87, №2. – P. 341–354. DOI: 10.1016/j.neuron.2015.06.007.

30. Tachykinins and their receptors: contributions to physiological control and the mechanisms of disease / M.S. Steinhoff, B. von Mentzer, P. Geppetti [et al.] // Physiological Reviews. – 2014. – Vol. 94, №1. – P. 265–301. DOI: 10.1152/physrev.00031.2013.

31. The triple neurokinin-receptor antag-

onist CS-003 inhibits neurokinin A-induced bronchoconstriction in patients with asthma. / V. Schellhout, R. Louis, W. Lenz [et al.] URL: <https://orbi.uliege.be/bitstream/2268/17699/2/The%20triple%20neurokinin-receptor%20antagonist%20CS-003%20inhibits%20neurokinin%20A-induced%20bronchoconstriction%20in%20patients.pdf> (access date: 08.11.2018). DOI: 10.1016/j.pupt.2005.10.007.

32. The effect of the tachykinin NK(2) receptor antagonist MEN11420 (nepadutant) on neurokinin A-induced bronchoconstriction in asthmatics / V. Schellhout, V. Van De Velde, C. Maggi [et al.] // Therapeutic Advances in Respiratory Disease. – 2009. – Vol. 3. – P. 219–226. DOI: 10.1177/1753465809349741.

33. Tracheal microenvironment, ANP metabolism and airway tone / Q. Wang, K. Jiang, W. Zhang [et al.] // Journal Science Bulletin. 2016. – Vol. 61, №20. – P. 1551–1554. DOI: 10.1007/s11434-016-1170-3.

34. Upregulation of mas-related G protein coupled receptor X2 in asthmatic lung mast cells and its activation by the novel neuropeptide hemokinin-1 / W. Manorak, C. Idahosa, K. Gupta [et al.] // Respiratory Research. – 2018. – Vol. 19, №1. URL: <http://respiratory-research.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12931-017-0698-3> (access date: 01.10.2018). DOI: 10.1186/s12931-017-0698-3.

ТОЧКА ЗРЕНИЯ

DOI 10.25789/YMJ.2019.67.30

УДК 617.5-089.844

Б.О. Щеглов, И.В. Галкина, С.Н. Щеглова, М.Ю. Щелканов

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВНЕДРЕНИЯ ЛАБОРАТОРИИ 3D-МОДЕЛИРОВАНИЯ В ЛЕЧЕБНО-ДИАГНОСТИЧЕСКИХ МЕДИЦИНСКИХ УЧРЕЖДЕНИЯХ

В статье представлен анализ эффективности внедрения лаборатории 3D-моделирования при отделениях лучевой диагностики. Представлено обоснование перспектив и рисков работы данного подразделения. Расчёт экономических показателей показывает, что окупаемость составляет около 2 лет, точка безубыточности – 60–70 клиентов в месяц. Полученные в ходе исследования результаты экономического и технологического обосновывают активное развёртывание лабораторий 3D-моделирования в медицинских учреждениях.

Ключевые слова: здравоохранение, экономика, 3D-моделирование.

The article presents the analysis of 3D modeling laboratory efficiency after its introduction in the departments of radio diagnostics. Prospects and risks of the work of this unit is presented in the study. The calculation of economic indicators shows that the payback is around 2 years, the breakeven point is 60 – 70 clients per month. Results obtained economically and technologically justify active deployment of 3D modeling labs in medical institutions.

Keywords: healthcare, economy, 3D modeling.

Дальневосточный федеральный университет, г. Владивосток: **ЩЕГЛОВ Богдан Олегович** – руковод. студенческого объединения «3D-моделирование в биомедицине» Центра проектной деятельности, b.shcheglov@mail.ru; **ГАЛКИНА Ирина Вячеславовна** – к.м.н., в.н.с. Международного научно-образовательного Центра молекулярных технологий ШБМ, galkina333@mail.ru; **ЩЕЛКАНОВ Михаил Юрьевич** – д.б.н., руковод. Международного научно-образовательного центра молекулярных технологий ШБМ, adorob@mail.ru; **ЩЕГЛОВА Светлана Николаевна** – к.пед.н., зав. кафедрой Северо-Восточного гос. ун-та, Магадан, schegloff@mail.ru.

Применение 3D-моделирования в медицинских учреждениях пока не превратилось в рутинную процедуру, но именно в этом направлении наиболее вероятен качественный прорыв в области персонифицированной медицины [11, 16]. Для этого уже сформировался технологический базис, и в процессе его практической апробации должны дополнительно оформиться соответствующие организационные, экономические и этические нормы. В связи с этим необходим системный анализ эффективности внедрения

данных решений в медицинскую практику [7, 8].

Стандартное для российских медицинских учреждений отделение лучевой диагностики [2] является наиболее подходящим подразделением для имплементации 3D-моделирования и печати. Группу 3D-моделирования с самого начала лучше позиционировать как самостоятельную технологическую единицу, имея в виду её трансформацию в отдельную лабораторию в случае значительного возрастания объёмов работ [8, 13, 14]. Здесь следует

учесть, что в последнее десятилетие тенденция возрастания объёмов медицинской деятельности с использованием технологий медицинской визуализации и обработки данных при постоянно растущем рынке потребителей отмечается повсеместно [18]. В частности, регистрируемое в России устойчивое увеличение смертности от злокачественных новообразований головного и спинного мозга требует значительной оптимизации их диагностики и лечения [1]. За счёт стремительно совершенствующихся технологий Big Data, повышения производительности электронно-вычислительных мощностей возможны преодоление нехватки данных лучевой диагностики и ускорение проведения цифровой обработки [15]. Качественные программно-аппаратный комплекс, управление и хорошая организация труда, нацеленная на достижение непрерывного улучшения преаналитических, аналитических и постаналитических фаз в диагностировании, являются неотъемлемым залогом постановки правильного диагноза (табл. 1).

Сегодня уже появилась возможность качественно дополнить и улучшить дифференциацию заболеваний различного генеза с помощью программ-слайсеров, преобразующих 2D-данные лучевой диагностики в полноценные трёхмерные модели, поэтому у врача есть шанс осуществить предварительную операционную подготовку и подобрать наиболее эффективную и оптимальную тактику выполнения хирургической операции с минимальным риском для больного и снижением травматизации здоровых тканей. Успешное качественное распознавание болезней разного генеза в лучевом лабораторном комплексе уменьшает потребность в повторении исследований, способствует экономии времени, приводя к повышению эффективности персонала и медучреждения в целом [3, 10, 12, 17].

Основными угрозами для работы лаборатории 3D-моделирования являются взлом и хищение хакерами информации (табл. 1). Данная проблема может быть решена с помощью использования более совершенных алгоритмов криптографии, специализированного защитного программного обеспечения, технологий Blockchain и комплексных систем безопасности для аутентификации пользователя [4, 5, 9].

Внедрение лаборатории с дополненной информационной обработкой данных позволяет улучшить организацию труда, сэкономить время и бо-

лее тщательно контролировать процесс исследования [6, 19]. На первом этапе эта новая технология требует дополнительных инвестиций, финансовая состоятельность внедрения технологии может быть охарактеризована путём сопоставления ожидаемых расходов и доходов [13]. Изменение во времени данных экономических величин применительно к экономическим условиям Приморского края представлено на рисунке: для лаборатории 3D-моделирования период окупаемости составляет около 2 лет, точка безубыточности – 60-70 клиентов в месяц; чистая приведенная стоимость со ставкой 10 % и размером инвестиций в 500 000 руб. составляет 187 734 руб. (табл. 2).

Создание лаборатории 3D-моделирования в медицинских учреждениях как дополнительного модуля к отделению лучевой диагностики или автономного образования позволяет существенно расширить существующие методы неинвазивного обследования и использовать их в областях предоперационного планирования и протезирования. Полученные в ходе работы результаты экономически обосновывают создание данной лаборатории в больницах и клиниках для улучшения качества оказания медицинских услуг населению.

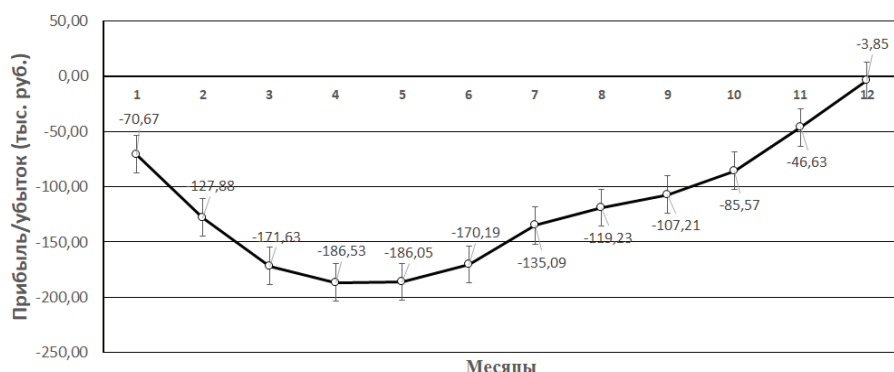
Литература

1. Злокачественные новообразования в России в 2017 году (заболеваемость и смертность) / Под ред. А.Д. Каприна, В.В. Старинского, Г.В. Петровой. – М.: Московский научно-исследовательский онкологический институт им. П.А. Герцена, 2018. – 250 с.
2. Malignant neoplasms in Russia in 2017 (morbidity and mortality) / Ed. A.D. Kaprin, V.V. Starinsky, G.V. Petrova. – M.: P.A. Herzen Moscow Scientific-Research Institute, 2018. – 250 p.
3. О совершенствовании службы лучевой диагностики. – Приказ Министерства здравоохранения РСФСР № 132 от 02.08.1991 с изменениями от 05.04.1996.
4. About the improvement of service for radiation diagnostics. – The order of RSFSR Ministry of Public Health № 132 dated at August 02, 1991 with changes dated at April 5, 1996.
5. Экономика здравоохранения: учебное пособие для студентов педиатрического, лечебного и стоматологического факультетов / В.К. Юрьев, В.Г. Пузырев, В.А. Глушченко [и др.] – СПб.: Изд-во СПбГПМУ, 2015. – 72 с.
6. Health economics: a manual for students of pediatric, medical and dental faculties / V.K. Yuryev, V.G. Puzyrev, V.A. Glushchenko [et al.]. – SPb: GPMU, 2015. – 72 p.
7. A modified method of activity-based costing for objectively reducing cost drivers in hospitals / P. Cao, S. Toyabe, S. Kurashima [et al.] // Methods of Information in Medicine. – 2006. – V.45, №4. – P. 462-469.
8. AuBuchon P.J. Optimizing the cost-effectiveness of quality assurance in transfusion medicine / P.J. AuBuchon // Archives of Pathology and Laboratory Medicine. – 1999. – V.123, №7. – P. 603-606.
9. Brueckner J.K. Lectures on urban eco-

Таблица 1

Анализ перспектив для внедрения лаборатории 3D-моделирования

	Возможности	Угрозы
Сильные стороны	Увеличение производительности и снижение затрат в результате применения алгоритмов машинного обучения, категоризации, искусственного интеллекта	Наличие сертифицированного программного обеспечения и комплексных систем безопасности
Слабые стороны	Зависимость от электронно-вычислительных мощностей и доступа к специализированным базам данных	Несовершенство систем аутентификации и персонификации при работе с базами данных



Динамика прибылей/убытков в процессе внедрения лаборатории 3D-моделирования в государственных медицинских учреждениях

Таблица 2

Экономические показатели (руб.) для лаборатории 3D-моделирования

Показатель	Месяц											
	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
Прибыль с 1 клиента	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500
Количество клиентов за месяц	63	56	70	43	73	73	53	63	73	43	73	73
Общая выручка	157500	140000	175000	107500	182500	182500	132500	157500	182500	107500	182500	182500
Оплата коммунальных услуг	50000	50000	50000	50000	50000	50000	50000	50000	50000	50000	50000	50000
Зарплата	75200	75200	75200	75200	75200	75200	75200	75200	75200	75200	75200	75200
Оплата услуг связи	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500
Налоги	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000
Себестоимость сырья	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000
Капитальные расходы	565000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Затраты на амортизацию оборудования	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000
Суммарная себестоимость продукции	711700	146700	146700	146700	146700	146700	146700	146700	146700	146700	146700	146700
Чистая прибыль больницы	-554200	-6700	28300	-39200	35800	35800	-14200	10800	35800	-39200	35800	35800
Дисконтированный поток	-511530	-6180	26120	-36180	33040	33040	-13110	9970	33040	-36180	33040	33040
Сумма первоначальных инвестиций	250000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Прибыль/убыток для индивидуального предпринимателя	-1473230	-1332230	-1158230	-1050730	-868230	-685730	-553230	-395730	-213230	-105730	76770	259270
Суммарная себестоимость продукции	656700	91700	91700	91700	91700	91700	91700	91700	91700	91700	91700	91700
Чистая прибыль больницы	-499200	48300	83300	15800	90800	90800	40800	65800	90800	15800	90800	90800
Дисконтированный поток	-460760	44580	76890	14580	83810	83810	37660	60730	83810	14580	8381	83810
Сумма вторичных инвестиций	250000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Прибыль/убыток для больницы	-1367460	-1227460	-1052460	-944960	-762460	-579960	-447460	-289960	-107460	40	182540	365040

nomics / J.K. Brueckner. / – Cambridge: The MIT Press, 2011. – 296 p.

7. Curriculum content and evaluation of resident competency in clinical pathology (laboratory medicine): a proposal / B.R. Smith, A. Wells, C.B. Alexander [et al.] // *Clinical Chemistry*. – 2006. – V.52, №6. – P. 917-949. doi: 10.1373/clinchem.2005.066076

8. How can activity-based costing methodology be performed as a powerful tool to calculate costs and secure appropriate patient care? / B.Y. Lin, T.H. Chao, Y. Yao [et al.] // *Journal of Medical Systems*. – 2007. – V.31, №2. – P. 85-90. <https://doi.org/10.1007/s10916-005-9010-z>

9. Clemens J. In the shadow of a giant: medicare's influence on private physician payments / J. Clemens, J.D. Gottlieb // *Journal of Political Economy*. – 2017. – V.125, №1. – P. 1-39. doi: 10.1086/689772

10. Doyle Jr. J.J. Returns to local-area health care spending: evidence from health shocks to patients far from home / Jr. J.J. Doyle // *American Economic Journal: Applied Economics*. – 2011. – V.3, №3. – P. 221-243. <https://www.jstor.org/stable/41288644>

11. Emerging technologies for cancer research: towards personalized medicine with microfluidic platforms and 3D tumor models / M. Turetta, F.D. Ben, G. Brisotto [et al.] // *Current Medical Chemistry*. – 2018. – V.25, №35. – P. 4616-4637. doi: 10.2174/0929867325666180605122633.

12. Fisher E.S. Slowing the growth of health care costs – lessons from regional variation / E.S. Fisher, J.P. Bynum, J.S. Skinner // *New England Journal of Medicine*. – 2009. – V.360, №9. – P. 849-852. doi: 10.1056/NEJMp0809794

13. Friedman B.A. The total laboratory solution: a new laboratory E-business model based on a vertical laboratory meta-network / B.A. Friedman // *Clinical Chemistry*. – 2001. – V.47, №8. – 1526-1535.

14. Li J. Intermediate input sharing in the hospital service industry / J. Li // *Regional Science and Urban Economics*. – 2013. – V.43, №6. – P. 888-902. doi: 10.1016/j.regsciurbeco.2013.09.004

15. McDonald J.F. Back to the future. The integration of big data with machine learning is re-establishing the importance of predictive correlations in ovarian cancer diagnostics and therapeutics / J.F. McDonald // *Gynecologic Oncology*. – 2018. – V.149, №2. – P. 230-231. doi: 10.1016/j.ygyno.2018.03.053.

16. Personalized medicine in nasal delivery: the use of patient-specific administration parameters to improve nasal drug targeting using 3D-printed nasal replica casts / Z.N. Warnken, H.D.C. Smyth, D.A. Davis [et al.] // *Molecular Pharmaceutics*. – 2018. – V.15, №4. – P. 1392-1402. doi: 10.1021/acs.molpharmaceut.7b00702.

17. Ricos C. Quality indicators and specifications for the extra-analytical phases in clinical laboratory management / C. Ricos, M. Garcia-Victoria, B. de la Fuente // *Clinical Chemistry and Laboratory Medicine*. – 2004. – V.42, №6. – P. 578-582. doi: 10.1515/CCLM.2004.100

18. Total global market for personalized medicine from 2015 to 2022 (in billion U.S. dollars): [Electronic resource]. URL: <https://www.statista.com/statistics/728124/global-market-for-personalized-medicine/> [Accessed: February 25, 2018].

19. Zaninotto M. The hospital central laboratory: automation, integration and clinical usefulness / M. Zaninotto, M. Plebani // *Clinical Chemistry and Laboratory Medicine*. – 2010. – V.48, №7. – P. 911-917. doi: 10.1515/CCLM.2010.192