

6. *Donoho D.L.* De-noising by soft-thresholding // IEEE Trans. on Inform. Theory. – 1995. – № 3. – P. 613-627.
7. *Шустер Г.* Детерминированный хаос. – М.: Мир, 1988.

Статью рекомендовала к опубликованию д.т.н., профессор Т.В. Истомина.

**Кривоногов Леонид Юрьевич** – Пензенский государственный университет; e-mail: leonidkrivonogov@yandex.ru; 440000, г. Пенза, ул. Клары Цеткин, 39-53; тел.: 89063960585; к.т.н.; доцент.

**Krivonogov Leonid Yurievich** – Penza State University; e-mail: leonidkrivonogov@yandex.ru; 39-53, K. Tzetkin street, Penza, 440000, Russia; phone: +79063960585; cand. of eng. sc.; associate professor.

УДК 616.77

**Т.Н. Позднякова**

### **ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ТРЁХМЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ В ИМПЛАНТАЦИОННОЙ СТОМАТОЛОГИИ**

*Показано, что наиболее удачным и эффективным методом восстановления зубного ряда в настоящее время является имплантация. Рассмотрены основные виды имплантации, отмечено их преимущество в сравнении с традиционными методами протезирования. Приведены виды имплантов. Анализируются возможности применения трёхмерного моделирования с использованием CAD/CAM-систем в имплантационную стоматологию. Отмечены преимущества данных систем в сравнении с традиционными методами имплантации. Описаны принципы работы CAD/CAM-систем. Приведён расчёт основных финансово-экономических показателей проекта. Показана экономическая целесообразность внедрения данных систем в стоматологическую практику.*

*Стоматология; имплантация; имплант; CAD/CAM-система; рентабельность.*

**T.N. Pozdnyakova**

### **POSSIBILITIES OF APPLICATION OF THREE-DIMENSIONAL MODELLING IN ИМПЛАНТАЦИОННОЙ STOMATOLOGY**

*In article it is shown that the most successful and effective method of restoration of a tooth alignment now is implantation. Implantation principal views are considered, their advantage in comparison with traditional methods of prosthetics is noted. Kinds of implants are resulted. Possibilities of application of three-dimensional modelling with use CAD/CAM of systems in имплантационную stomatology are analyzed. Advantages of the given systems in comparison with traditional methods of implantation are noted. Principles of work CAD/CAM-systems are described. Calculation of the basic financial and economic indicators of the project is resulted. Economic feasibility of introduction of the given systems in stomatologic practice is shown.*

*Stomatology; implantation; an implant; CAD/CAM-system; profitability.*

Имидж делового человека немислим без привлекательной улыбки, которая в свою очередь определяется красивым зубным рядом. К сожалению, большинство людей не могут похвастаться красивыми, здоровыми зубами. Практически каждый взрослый человек сталкивался с проблемой восстановления утраченных зубов. Неполный зубной ряд доставляет большой дискомфорт не только во время приёма пищи, но также влияет на качество жизни. Поэтому в условиях рыночных отношений стоматологическим клиникам приходится осваивать новые методы работы, позволяющие более полно удовлетворять возрастающие запросы пациентов.

Самым удачным и наиболее эффективным методом восстановления зубного ряда в настоящее время является имплантация, занимающая лидирующее место в стоматологии. Имплантация – это метод протезирования зубов на основе искусственных титановых корней, вживляемых в костную ткань челюсти, на которые впоследствии устанавливаются коронки. Идея восстановления потерянных зубов не нова, но до середины XX века попытки вживления импланта были неудачными, так как материалы, из которых изготавливали протез, не приживались. Сегодня восстановление зубного ряда при помощи имплантов становится обыденной операцией, применяемой во многих стоматологических клиниках как в России, так и за рубежом.

Данный метод имеет ряд преимуществ, отметим некоторые из них:

- ◆ нет необходимости обработки соседних зубов, как в случае с мостовыми протезами;
- ◆ возможность протезирования полностью беззубой челюсти;
- ◆ позволяет избежать потери (атрофии) костной ткани;
- ◆ сохранение вкусовых ощущений;
- ◆ улучшение фиксации съёмных протезов;
- ◆ сохранение обычной нагрузки при жевании.

Существует два вида имплантации: немедленная – проводится сразу после удаления зуба и отсроченная (самая распространённая на сегодняшний день) – проводится через три месяца после удаления зуба. Применяемые в ортопедической стоматологии импланты бывают двух видов: пластинчатые и винтовые. Пластинчатые (эндооссальные) используются если пациент имеет тонкую кость. Он состоит из корневой части в форме пластинки неровной формы и верхней части, на которую затем устанавливаются зубные протезы. Винтовые импланты состоят из корневой части в виде винта, которая впоследствии вворачивается в кость и ставится в заранее подготовленную лунку.

Современная наука не стоит на месте, внедрение информационных технологий происходит и в стоматологии. Цифровые технологии используются практически на всех этапах ортопедического лечения. Самым ярким проявлением эпохи перемен стало внедрение в стоматологию компьютерного трёхмерного моделирования, основанного на применении CAD/CAM-технологий, которые позволяют изготовить зубозамещающие конструкции. На сегодняшний день в стоматологии нашли применение несколько вариантов компьютерного моделирования: редактирование двухмерных изображений; комбинация редактирования двух и трёхмерных изображений; редактирование трёхмерных изображений. Наиболее прогрессивным способом компьютерного планирования является редактирование трёхмерных изображений. Данный способ позволяет не только воспроизвести трёхмерную картинку зубных рядов пациента, но и провести виртуальное моделирование форм зубных рядов с использованием 3D-технологий, среди которых наибольшее распространение в стоматологической практике получила разработка и внедрение CAD/CAM-систем. В переводе с английского CAD (Computer Aided Design) – система автоматизированного проектирования, CAM (Computer Aided Manufacturing) – система автоматизации производства. CAD/CAM в ортопедической стоматологии – это современная технология производства зубозамещающих конструкций при помощи компьютерного моделирования, позволяющая максимально точно повторить форму собственных зубов пациента. Трёхмерное моделирование применяется в стоматологии более 20 лет. В настоящее время все ведущие мировые производители предлагают собственно разработанную CAD/CAM-систему, в результате чего на рынке появилось более 70 систем из них 12 в России. Развитие данной технологии происходит в двух направлениях: индивидуальные

CAD/CAM-системы, позволяют изготовить реставрацию в присутствии пациента непосредственно в стоматологической клинике (CEREC 3, Sirona Dental Systems GmbH); централизованные системы – позволяют изготавливать большой ассортимент конструкций (Pro CERA, Nobel Biocare). Большинство из систем работают по следующему принципу:

- ◆ сбор информации о рельефе поверхности протезного ложа и дальнейшее преобразование полученной информации в цифровой формат. Здесь могут быть использованы как оптические, так и механические цифровые преобразователи;
- ◆ построение трёхмерной модели конструкции протеза на экране монитора компьютера;
- ◆ изготовление зубного протеза.

Система CAD/CAM в сравнении с традиционными методами изготовления протезов имеет ряд преимуществ:

- ◆ высокая точность изготовления каркасов;
- ◆ значительное сокращение сроков изготовления изделий;
- ◆ высокая производительность труда как врача ортопеда, так и зубного техника;
- ◆ повышение уровня автоматизации труда;
- ◆ оптимизация рабочего времени специалиста;
- ◆ широкий спектр применяемых материалов;
- ◆ возможность использования непосредственно в медицинском учреждении;
- ◆ подбор оптимальных индивидуальных решений для любой клинической картины.

Отмеченные преимущества позволяют сделать данные технологии коммерчески привлекательными.

По словам многих врачей-ортопедов основным недостатком CAD/CAM технологий является их высокая себестоимость. Частнопрактикующие стоматологи в большинстве случаев не уверены, стоит ли им инвестировать средства в приобретение таких систем. В связи с этим вопрос об определении экономической целесообразности внедрения новшеств в стоматологическую практику становится наиболее актуальным. Цель нашей работы – обосновать финансово-экономическую целесообразность применения трёхмерного моделирования, основанного на CAD/CAM-системах, в стоматологическую практику. Для определения стратегии финансирования, нами были проведены такие виды работ, как составлен прогноз объёмов реализации; определён план доходов и расходов, отражающий получение денежных средств от операционной деятельности организации, уровень издержек, объём чистой прибыли; рассмотрен план денежных поступлений и выплат, который даёт оценку потребности в денежных средствах для успешного функционирования; приведён баланс активов и пассивов, позволяющий определить величину собственного капитала; составлен план по источникам и использованию денежных средств, который даёт возможность определить взаимосвязь между источниками средств и оборотным капиталом предприятия, прирост оборотного капитала; проведён расчёт самоокупаемости внедрения данных технологий.

Результаты исследования рынка дают основание характеризовать сложившуюся ситуацию как перспективную, поскольку применение данных технологий находится в центре внимания большинства стоматологов. Спрос на услугу в среднесрочной перспективе будет только расти. Объём реализации установлен исходя из потребностей рынка. Предполагается, что цена на данный вид услуг будет неизменна в течении некоторого времени, а затем намечено постепенное снижение за счёт увеличения объёма оказываемых услуг. Для покупки и внедрения данной технологии потребуются получение банковского кредита в размере 2 000 д.е. на пять

лет по 19 % годовых. Инвестирование в виде получения кредита в данном случае оправдывает себя, так как внедрение данных технологий осуществляется в уже действующих клинике и риск вложений при этом меньше, чем для вновь создаваемой организации. Финансово-экономическая целесообразность проекта характеризуется следующими показателями. Доля валовой прибыли в общем объеме продаж составляет 22,5 %. Сумма остатков денежных средств является положительной, и её величина позволяет организации своевременно выплачивать проценты по кредиту и полностью погасить долги к концу пятого года. Запас финансовой прочности составляет 41,3 %, что является приемлемым и свидетельствует о достаточно малой доле риска. Чистая дисконтированная стоимость (NPV) > 0 и составляет 223. Внутренний коэффициент окупаемости (IRR) превосходит процентную ставку по долгосрочному кредиту и составляет 42 %. Окупаемость проекта с учётом дисконтирования составляет 4,5 года. Все эти показатели характеризуют проект как эффективный. Прибыльность предприятия достигнет высокого уровня. Рентабельность активов – 26,5 %; собственного капитала – 24,1 %; инвестиционного капитала – 25,8 %; доля чистой прибыли – 22,7 %. Предприятие приобретёт устойчивое финансовое положение, будет платёжеспособным и ликвидным: в 2,2 раза возрастёт коэффициент покрытия, в 3,09 раза коэффициент абсолютной ликвидности. Вырастет деловая активность предприятия. Примерно в 3,3 раз увеличится сумма оборотного капитала. Оборачиваемость запасов ускорится в 2 раза, кредиторской задолженности – в 1,69, активов – в 2 раза. Предприятие будет работать эффективно.

Таким образом, применение трёхмерного моделирования в имплантационной стоматологии позволяет максимально точно подобрать оптимальные индивидуальные решения для пациента, а в сочетании с высокой точностью фиксации и качеством реставрации – увеличить надёжность и эффективность результата. При правильной организации данные технологии достаточно быстро окупятся и начнут приносить прибыль.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Вольвач С.И.* Обзор новых разработок и модификаций известных технологий CAD/CAM стоматологического назначения. Ч. 4. Технологии изготовления цельнокерамических реставраций из «мягкой» керамики // Новое в стоматологии. – 2004. – № 3.
2. *Ряховский А.Н., Левицкий В.В.* «Система 3D-визуализации лица и зубных рядов» // Панорама ортопедической стоматологии. – 2008. – № 1. – С. 2-4.
3. *Ряховский А.Н., Карапетян А.А., Аваков Г.С.* Сравнительное исследование различных CAD/CAM-систем для изготовления каркасов несъемных зубных протезов // Стоматология. – 2011. – № 2.

Статью рекомендовал к опубликованию к.т.н., доцент Л.Ю. Кривоногов.

**Позднякова Татьяна Николаевна** – Пензенская государственная технологическая академия; e-mail: Pozdnjakova@mail.ru; 440960 Пензенская обл. г. Заречный, ул. Строителей, 8, кв. 69; тел.: 89273875913; кафедра информационных технологий и менеджмента в медицинских и биотехнических системах; к.с.х.н.; доцент.

**Pozdnyakov Tatyana Nikolaevna** – Penza State Technological Academy; e-mail: Pozdnjakova@mail.ru; 8 – 69, Builders street, Zarechnyj, 440960, Russia; phone: +79273875913; the department of information technology and management in medical and biotechnical systems; cand. of agric. sc.; associate professor