

О. А. ЛОПАТИН, В. В. ГОРБАЧЁВ

ВИЗУАЛИЗАЦИЯ В СТОМАТОЛОГИИ

Минск БГМУ 2025

МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНСТИТУТ ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ И ПЕРЕПОДГОТОВКИ
КАДРОВ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ
КАФЕДРА ТЕРАПЕВТИЧЕСКОЙ СТОМАТОЛОГИИ

О. А. Лопатин, В. В. Горбачёв

ВИЗУАЛИЗАЦИЯ В СТОМАТОЛОГИИ

Учебно-методическое пособие



Минск БГМУ 2025

УДК 616.31-073(075.9)

ББК 56.6-43я78

Л77

Рекомендовано Научно-методическим советом университета в качестве
учебно-методического пособия 26.06.2024 г., протокол № 18

Р е ц е н з е н т ы: д-р мед. наук, проф. каф. общей стоматологии с курсом ортопедической стоматологии, декан стоматологического факультета Витебского государственного ордена Дружбы народов медицинского университета И. Ю. Карпук; каф. терапевтической стоматологии с курсом ФПК и ПК Витебского государственного ордена Дружбы народов медицинского университета

Лопатин, О. А.

Л77 Визуализация в стоматологии : учебно-методическое пособие / О. А. Лопатин, В. В. Горбачёв. – Минск : БГМУ, 2025. – 24 с.

ISBN 978-985-21-1764-7.

Представлен современный взгляд на визуализацию в стоматологии и предложены практические рекомендации по применению оптических приборов. Обсуждаются факторы, влияющие на выбор и использование различных типов увеличительных устройств, а также преимущества и недостатки этих приборов.

Предназначено для слушателей, осваивающих содержание образовательных программ переподготовки кадров по специальности 9-09-0911-50 «Стоматология терапевтическая», повышения квалификации врачей стоматологического профиля, клинических ординаторов, врачей-интернов.

УДК 616.31-073(075.9)

ББК 56.6-43я78

Учебное издание

Лопатин Олег Александрович
Горбачёв Виталий Васильевич

ВИЗУАЛИЗАЦИЯ В СТОМАТОЛОГИИ

Учебно-методическое пособие

Ответственная за выпуск Н. В. Новак
Редактор Н. В. Оношко
Компьютерная вёрстка Н. М. Федорцовой

Подписано в печать 21.02.25. Формат 60×84/16. Бумага писчая «Марафон Бизнес».

Ризография. Гарнитура «Times».

Усл. печ. л. 1,39. Уч.-изд. л. 1,32. Тираж 70 экз. Заказ 97.

Издатель и полиграфическое исполнение: учреждение образования

«Белорусский государственный медицинский университет».

Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий № 1/187 от 24.11.2023.

Ул. Ленинградская, 6, 220006, Минск.

ISBN 978-985-21-1764-7

© Лопатин О. А., Горбачёв В. В., 2025

© УО «Белорусский государственный
медицинский университет», 2025

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время стоматологические процедуры требуют высокой детализации видимых объектов, что создало необходимость улучшения остроты зрительного восприятия стоматолога в операционном поле для ранней и точной диагностики и более продуктивного лечения. Использование увеличительных приборов в стоматологии улучшает визуализацию и повышает эргономичность. Существуют различные альтернативы в использовании увеличения — от систем начального уровня, таких как однолинзовые лупы, до мощных стоматологических микроскопов. Для всех клиницистов открыта возможность радикально улучшить свое зрительное восприятие с помощью оптического увеличения и дополнительного освещения.

С момента внедрения принципов микрохирургии в стоматологическую практику многие врачи стали применять их для улучшения результатов лечения в различных областях стоматологии. В эндодонтии улучшение визуализации рабочего поля позволило разработать новые, более совершенные методы лечения корневых каналов, которые улучшили клинические и рентгенологические результаты. Различные увеличительные устройства, такие как хирургические микроскопы, эндоскопы и бинокулярные лупы, дают оператору дополнительные преимущества для лучшей визуализации. Аналогичным образом и микрохирургия пародонта значительно выиграла после внедрения этих методов и приборов. Пародонтальная микрохирургия с внедрением оптики вышла на новый уровень, что привело к все более предсказуемым результатам, минимально инвазивным процедурам с уменьшением дискомфорта пациента, быстрому заживлению, улучшению эстетических результатов и уменьшению количества жалоб. Оптическое увеличение расширило горизонты не только пародонтологии, но и стоматологии в целом.

УВЕЛИЧИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ В СТОМАТОЛОГИИ

История микрохирургической техники берет свое начало в 1960 г., когда J. H. Jacobson и E. L. Suarez впервые представили работу с оптическим увеличением: они соединили мелкие сосуды под операционным микроскопом. В дальнейшем оптическая техника и ее клиническое применение в различных областях медицины и стоматологии получили значительное развитие и совершенствование во всем мире. Этого невозможно было бы достичь без разработки операционного микроскопа.

Применяемые в стоматологии оптические системы можно разделить на монокуляры, бинокулярные лупы, стоматологические микроскопы, интра-оральные видеокамеры и фотоаппараты.

Монокуляры

Монокуляры (рис. 1) характеризуются 8–12-кратной степенью увеличения, имеют малое фокусное расстояние (1–20 мм). Вследствие этого они могут применяться лишь на этапах диагностики и оценки результатов лечения.



Рис. 1. Монокуляры производства БелОМО

Положительным свойством монокуляров является их малая масса и низкая стоимость. На линзу монокуляра может быть нанесена шкала для измерения размеров и углов, что позволяет документировать результаты обследования. Применение монокуляров затруднено в дистальных отделах полости рта из-за слишком малого фокусного расстояния. Так как размер монокуляра значительно больше фокусного расстояния, он создает тень и не дает возможности визуализировать объект исследования, удаленный от прямого источника света. Во время лечебных стоматологических манипуляций применение монокуляра ограничено также из-за малого фокусного расстояния.

БИНОКУЛЯРНЫЕ ЛУПЫ

Как отмечает Т. James, наиболее простую конструкцию имеет козырьковая диоптрическая бинокулярная лупа с одной линзой между глазом оператора и обследуемым объектом. Но линзы с увеличением в 2,5 раза имеют рабочее расстояние всего 15 см — слишком короткое для стоматологического приема. Также недостатками системы отдельных линз являются оптическая и хроматическая аберрации, особенно заметные по краям линзы при большом увеличении. Тем не менее система эта легкая и является самой дешевой из всех предлагаемых, что отмечает Amansueto и другие авторы.

В системах с одной линзой оптическая сила обычно измеряется в диоптриях (D): 1 D означает, что луч света будет сфокусирован на расстоянии 1 м. Линзы с увеличением 2 D будут фокусироваться на 50 см, линзы с 5 D будут иметь фокус 20 см. Путаница возникает, когда характеристика окуляра описывается в диоптриях. Так, 5 D не означает 5-кратное увеличение (увеличение объекта в 5 раз), а означает, что фокусное расстояние от глаз до объекта составляет 20 см и видимый объект увеличивается примерно в 2 раза.

К сожалению, фокусное расстояние в пределах 20 см от объекта заставляет врача принимать вынужденную позу, при которой он видит лучше, и это может привести к заболеваниям его опорно-двигательной системы. Кроме того, если оператор находится очень близко во время диагностики и лечения, то у пациента может возникнуть некоторый дискомфорт. Стоимость диоптрических систем невысока, но они имеют недостаток: ограниченную разрешающую способность и малое фокусное расстояние.

Для того чтобы преодолеть недостатки отдельных линз, следует использовать их несколько. Overton и другие авторы рекомендуют применять оптическую систему Галилея. Система дает увеличение в 1,5–3,5 раза. Большинство производителей стоматологической оптики предлагает увеличение в 2,0–2,5 раза, которое обеспечивает приемлемый компромисс между массой, оптическими свойствами и стоимостью. Линзы Галилея не увеличивают больше, чем в 3,5 раза, так как появляются проблемы с массой, размером и оптической аберрацией.

G. B. Carr, B. J. Chang и другие авторы акцентируют внимание на том, что для большего увеличения требуется призматическая оптика. Такая оптическая система, основанная на принципе астрономического телескопа Кеплера, имеет 5 линз и 2 призмы, что дает более высокие уровни увеличения (до 6 раз), прекрасную оптическую чистоту и более плоское изображение. Бинокулярные лупы, разработанные на базе телескопической системы Кеплера с призмной системой, имеют увеличенное поле зрения и обеспечивают лучшее качество изображения, но уступают галилеевским по массогабаритным параметрам. Это объясняется тем, что чем сложнее техника, тем она тяжелее и дороже обходится в производстве.

Степень увеличения. Телескопические бинокулярные лупы имеют большую степень увеличения и фокусное расстояние по сравнению с диоп-

трическими системами. При использовании телескопических луп фокусное расстояние составляет 35–50 см, что обеспечивает эргономическую позу врача-стоматолога без приближения к пациенту и нарушения осанки.

При выборе степени увеличения следует руководствоваться поставленными задачами. В стоматологии максимальная степень увеличения бинокулярной лупы не всегда является оптимальной: чем больше степень увеличения, тем меньше поле зрения и глубина резкости.

Оптическое качество линз. У разных производителей имеются существенные различия в оптических качествах линз. В линзах, установленных в бинокулярной лупе, должны быть минимизированы оптические (сферические) и хроматические аберрации. Также оптика не должна создавать геометрических искажений обследуемого объекта.

Для выбора качественной бинокулярной лупы желательно посмотреть на тестовый рисунок с прямыми параллельными черными линиями: они не должны искажаться. Особое внимание стоит уделить периферии поля зрения лупы, так как в некачественной оптике выражено ухудшение геометрии и яркости изображения от центра к краю зоны видимости.

Линзы должны иметь антибликовое покрытие, облегчающее осмотр отражающих поверхностей за счет устранения оптических рефлексов (в идеале до 0,3–0,5 %), и быть ахроматическими, то есть не изменять цвета, что крайне важно для эстетической стоматологии. Оптика должна быть просветленной и иметь достаточную светосилу (минимально ослаблять силу светового потока). **Просветление оптики** — это уменьшение коэффициентов отражения поверхностей оптических деталей путем нанесения на них пленок, не поглощающих свет. Без просветляющих пленок потери на отражение света могут быть значительными. Так, в видимой области спектра (длина волны 400–700 нм) даже при нормальном падении лучей на границе воздух – оптическая среда они могут составлять до 10 % от интенсивности падающего излучения. В системах с большим числом поверхностей, например в сложных телескопических бинокулярных лупах Галилея и Кеплера, потери света могут достигать 70 % и более. Многократное отражение от преломляющих поверхностей вызывает появление внутри приборов рассеянного света, что ухудшает качество изображения, формируемого оптической системой.

Основные параметры бинокулярной лупы показаны на рис. 2.

Рабочее расстояние — это расстояние от глаз врача до обследуемого объекта, на котором сфокусирована лупа. Оно является наиболее важным фактором, обеспечивающим эргономичность рабочей позы и комфорт оператора. Оптимальное рабочее расстояние для правильной осанки стоматолога составляет от 35 до 45 см.

Осанка оператора напрямую связана с линией взгляда и углом лупы. Чем меньше **рабочий угол**, тем при большем наклоне головы необходимо рассматривать объект. Желательно, чтобы рабочий угол регулировался, так как его необходимо изменять при диагностике и лечении, оценке рентгенограмм и осмотре состояния инструментов.

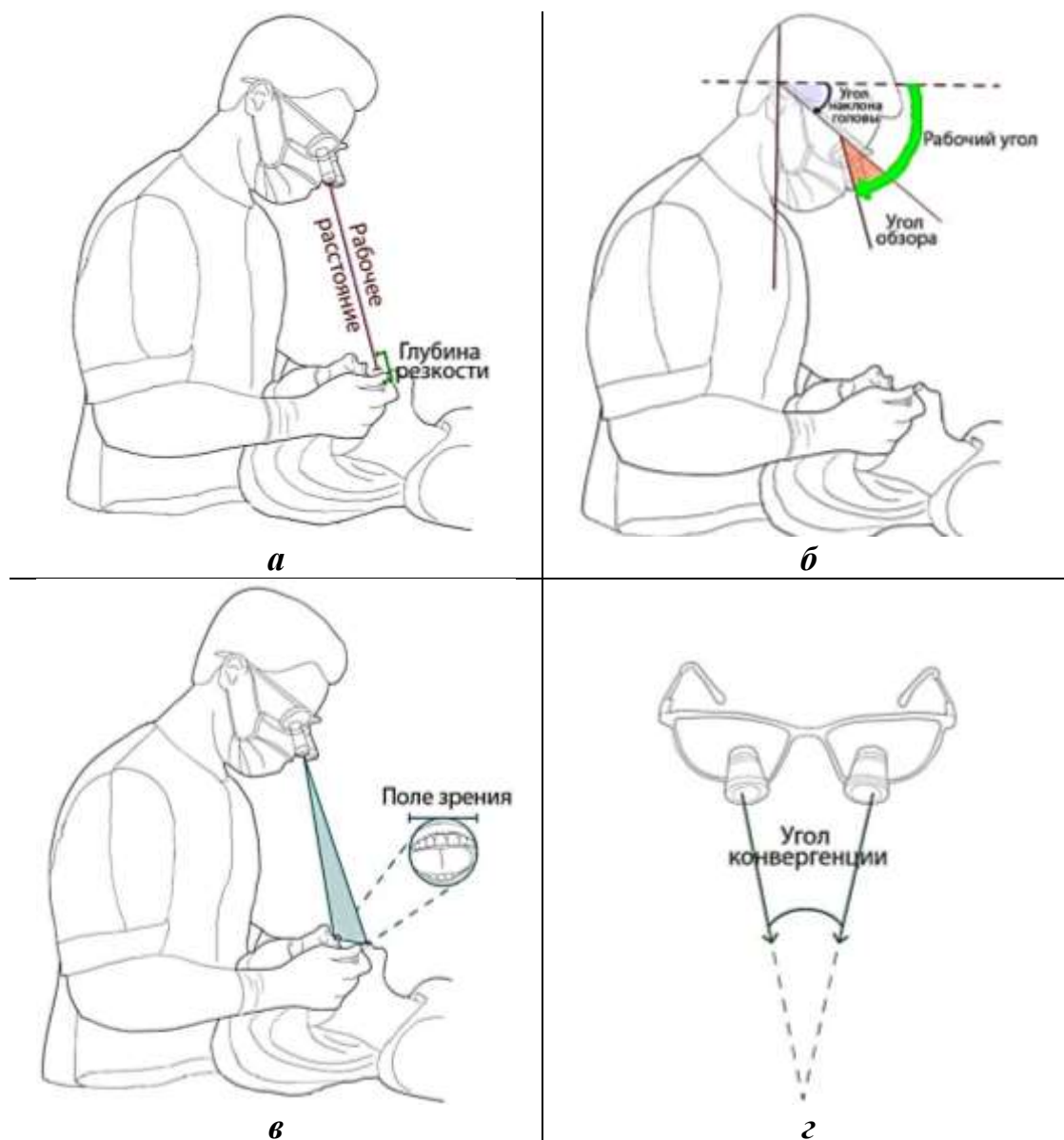


Рис. 2. Основные параметры бинокулярной лупы:

а — рабочая дистанция и глубина резкости; *б* — угол обзора, рабочий угол и угол наклона головы; *в* — поле зрения; *г* — угол конвергенции

Чем больше степень увеличения, тем меньше **поле зрения**. При увеличении от 1,5 до 2 раз врач одновременно может видеть всю полость рта и окружающие ткани лица. Если оптическая система имеет степень увеличения от 2 до 2,6 раза, то в поле зрения оператора находятся несколько квадрантов зубных рядов. Увеличение в 3,25–3,5 раза ограничивает поле зрения несколькими зубами. Для стоматолога-терапевта комфортным является поле зрения не менее 10 см. Его можно измерить, положив линейку на рабочем расстоянии в фокусе лупы. При этом измерять размер поля зрения необходимо как по горизонтали, так и по вертикали. Это позволит выявить нарушения в качестве оптики.

Глубина резкости — это диапазон расстояний, на которых объекты находятся в фокусе, а оператор остается неподвижным. Как и поле зрения,

глубина резкости максимальна при минимальном увеличении и уменьшается с повышением степени увеличения оптического устройства. Этим необходимо руководствоваться при практическом выборе бинокулярной лупы. Глубина резкости при увеличении в 2 раза составляет приблизительно 15 см, у лупы с увеличением в 3,25 раза — около 5,5 см, а в 4,5 раза — менее 3 см. Также этот показатель зависит от качества оптики. Комфорт оператора напрямую связан с глубиной резкости. Для врача-стоматолога она должна быть не менее 10 см, иначе ему постоянно придется изменять позу во время работы, что приведет к нежелательным нагрузкам на опорно-двигательный аппарат. Измерить данный параметр у бинокулярной лупы можно по линейке, направленной почти перпендикулярно к фронтальной поверхности передней линзы.

Масса и комфорт. Так как стоматолог использует бинокулярную лупу на протяжении практически всего рабочего дня, масса и комфорт являются важными характеристиками. Лупа должна иметь удобный и желательно мягкий носовой упор. Следует помнить о том, что с повышением степени увеличения растет и масса оптического устройства.

В инструкции пользователя должно упоминаться обеспечение пыле- и влагоустойчивости в соответствии с международными стандартами для оптических систем. Это играет не последнюю роль в выборе предприятия-изготовителя, так как через 1,5–2 года эксплуатации в условиях стоматологического кабинета возможна разгерметизация корпуса, что неизбежно ведет к запотеванию оптики или, еще хуже, попаданию мелкой пыли, от которой очень устают глаза и которую практически невозможно удалить.

Виды крепления бинокулярной лупы. Бинокулярные линзы Flip-Up закреплены с помощью подвижного шарнира, и их положение относительно глаз оператора может изменяться. Фиксация возможна как на специальном креплении — эластичной ленте вокруг головы, так и на оправе очков (рис. 3).



Рис. 3. Лупа бинокулярная стоматологическая с 2-кратным увеличением производства БелОМО

Идея, положенная в основу этого устройства, предельно проста: при необходимости линзы опускаются в рабочую позицию, а когда они не нужны — легко поднимаются вверх. Недостаток, который очевиден: чтобы определить

рабочее положение, нужно каждый раз смотреть сквозь линзы, находящиеся некоторое время в неоптимальной позиции.

TTL-линзы (от англ. Through The Lens — сквозь линзы) — это линзы, интегрированные в обычные очки, соответственно они (линзы) не поднимаются и не опускаются. Работать с ними проще, так как достаточно освоить простой прием: при работе смотреть сквозь них, во всех остальных ситуациях — поверх. По отзывам стоматологов, работающих с TTL-линзами, такой навык нарабатывается достаточно быстро. Естественно, самым большим недостатком данной конструкции оказывается цена, так как эти системы изготавливаются строго индивидуально. Также рассматриваемая конструкция не позволяет изменять рабочий угол при различных манипуляциях. Но TTL-линзы отличаются лучшей светосилой, имеют меньшую массу и габариты.

ВНУТРИРOTOВАЯ ВИДЕОКАМЕРА

Изображение, получаемое при помощи интраоральной (внутриротовой) видеокамеры (рис. 4), позволяет вести успешный диалог с пациентом и переводит документирование истории болезни на новый уровень — с возможностью демонстрации результата до лечения и после, что особенно актуально при эстетических реставрациях.



Рис. 4. Интраоральная видеокамера

При работе с внутриротовой видеокамерой рабочее поле на экране монитора увеличено в 50–100 раз, что сравнимо с эффектом работы под микроскопом, который по-прежнему остается малодоступным инструментом для широкого спектра стоматологических клиник из-за своей высокой стоимости.

Имея в арсенале даже самую простую внутриротовую видеокамеру, врач-стоматолог облегчает себе работу над решением важной задачи — контроль качества проведенных манипуляций на всех этапах лечебного процесса.

СТОМАТОЛОГИЧЕСКИЙ МИКРОСКОП

Стоматологический микроскоп обычно имеет несколько степеней увеличения (от 2 до 40 раз), которые можно настроить вручную или с помощью ножной педали (рис. 5).



Рис. 5. Стоматологический микроскоп

Общее увеличение микроскопа зависит от фокусного расстояния бинокляров и линз объектива, силы окуляров и степени увеличения. Говоря о нескольких степенях увеличения, следует помнить о том, что большинство манипуляций выполняется при минимальном или среднем увеличении. Максимальное увеличение используется для контроля правильности действий врача. Необходимо также учитывать, что с ростом увеличения сокращаются освещенность операционного поля, глубина резкости и размер поля зрения.

Источник света в стоматологическом микроскопе обеспечивает визуализацию наиболее глубоких отделов корневого канала за счет бестеневого освещения: свет проникает в корневой канал строго параллельно углу зрения, что исключает появление теней.

Источником освещения может быть галогеновая или ксеноновая лампа. Галогеновый свет дает искусственное желтое освещение, которое не рекомендуется для документирования, но обеспечивает комфорт при работе. Ксеноновый осветитель излучает белый свет с температурой 5000 К, сходный с дневным светом. Оба источника освещения соединены с микроскопом через фиброоптический кабель, их интенсивность может регулироваться.

Для того чтобы избежать стресса, вызванного переходом на работу с микроскопом, врачу стоит сохранить привычное для него рабочее положение, используемое до внедрения микроскопии. Рабочее положение обычно находится в амплитуде от «9 часов» до «12 часов».

В ходе работы врач не должен отводить взгляд от окуляров или выводить руки из операционной зоны, чтобы взять новый инструмент, так как это ведет к потере ориентации по вертикальной амплитуде движений. Руки вра-

ча всегда должны оставаться в операционной зоне, а инструменты должны вкладываться ему непосредственно в пальцы. Эту задачу выполняет ассистент, который сидит напротив врача. В консервативной эндодонтии все манипуляции контролируются через зеркало, поэтому левая рука врача постоянно удерживает зеркало и направляет свет на зуб.

Улучшенная оптическая острота зрения и освещение упрощают многие технически сложные задачи. Кроме того, стоматолог получает возможность работать в сбалансированном эргономичном положении и может документировать ход лечения при помощи фото- или видеосъемки.

ЭНДОСКОП И ПЕРИОСКОП

Эндоскопия позволила медицине совершить качественный скачок в диагностике и лечении заболеваний, обеспечив визуализацию и доступ с помощью минимально инвазивных методов. С момента своего появления фиброоптические приборы и электронные видеотехнологии постоянно совершенствовались и способствовали появлению эндоскопов с меньшим диаметром — 2 мм и менее, что значительно улучшило доступ в небольшие полости и анатомические пространства тела. Этот способ визуализации достиг своего апогея, и технология завтрашнего дня стала реальностью сегодня для профессионального использования в стоматологии. Внедрение стоматологических эндоскопических интраоральных систем помогает преодолеть многие диагностические и терапевтические проблемы, возникающие в ежедневной стоматологической практике. Дентальная эндоскопическая система имеет уникальный малый диаметр наконечника (0,5–1 мм), 24–48-кратное увеличение, мощный источник освещения и эффективную систему ирригации для оптимальной визуализации при минимально инвазивных стоматологических вмешательствах (рис. 6).

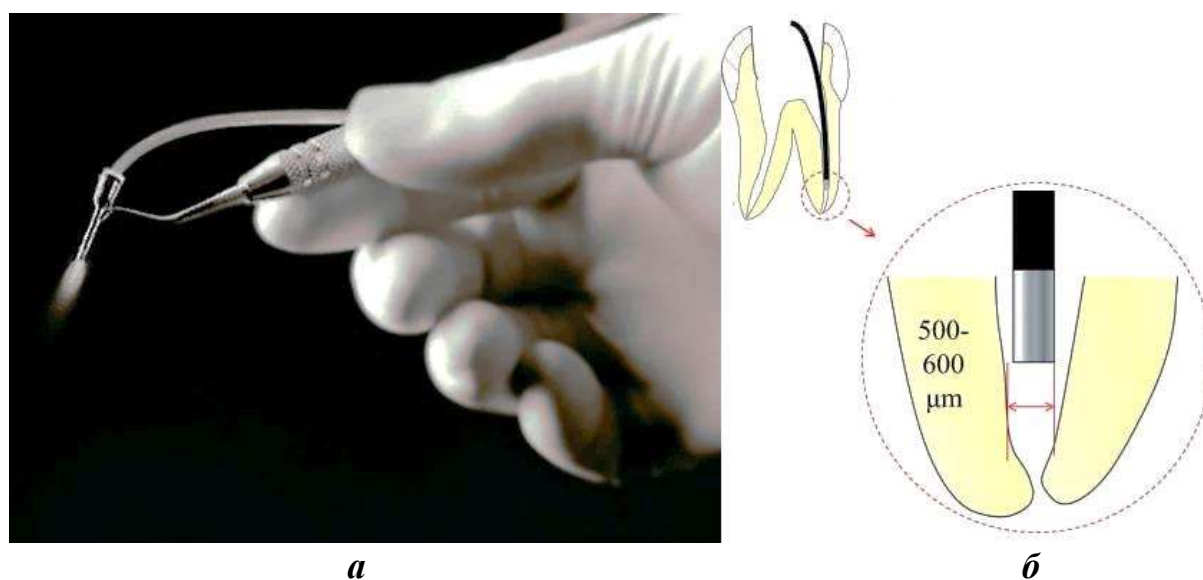


Рис. 6. Эндоскоп:

a — внешний вид; *б* — схематическое изображение наконечника эндоскопа в корневом канале

Дентальный эндоскоп позволяет значительно расширить диагностические и терапевтические возможности в стоматологии. Его использование дает возможность врачу визуализировать структуры зуба, корневые каналы, зубные отложения, протезы и анатомические аномалии. Схематическое устройство эндоскопа представлено на рис. 7. Используемая в нем GRIN-линза (GRadient INdex) обладает градиентно распределенным по материалу показателем преломления, благодаря чему лучи света изгибаются по кривой, проходя через систему линз (рис. 8).

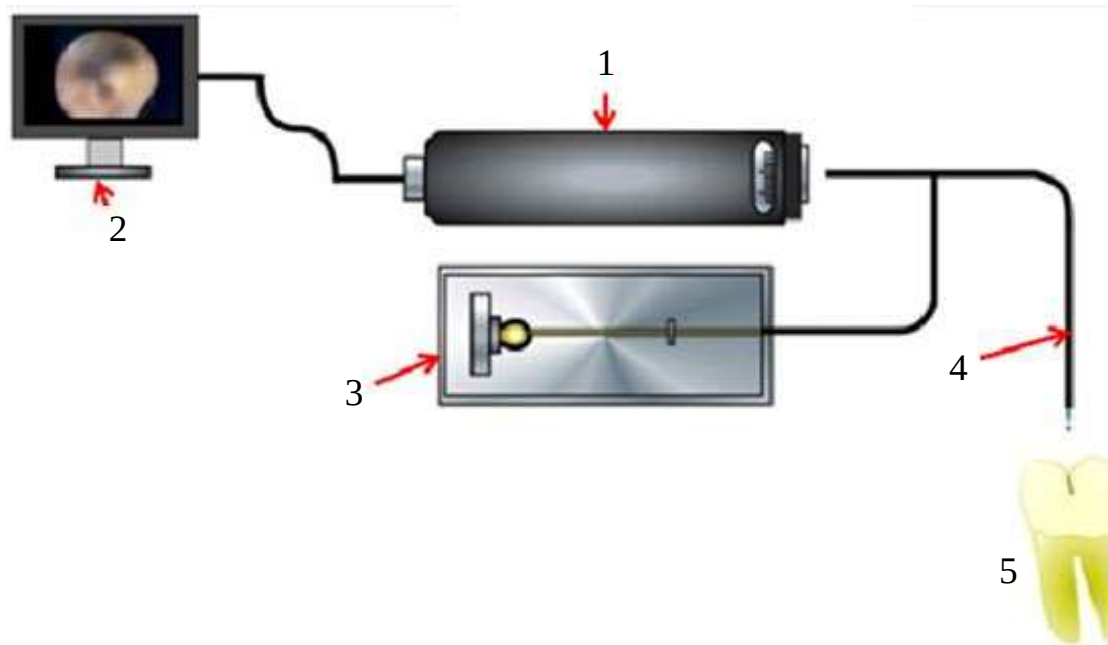


Рис. 7. Схематическое устройство эндоскопа:

1 — модуль видеокамеры; 2 — ПК; 3 — источник света; 4 — наконечник эндоскопа, или оптический зонд (оптические волокна + GRIN-линза); 5 — зуб

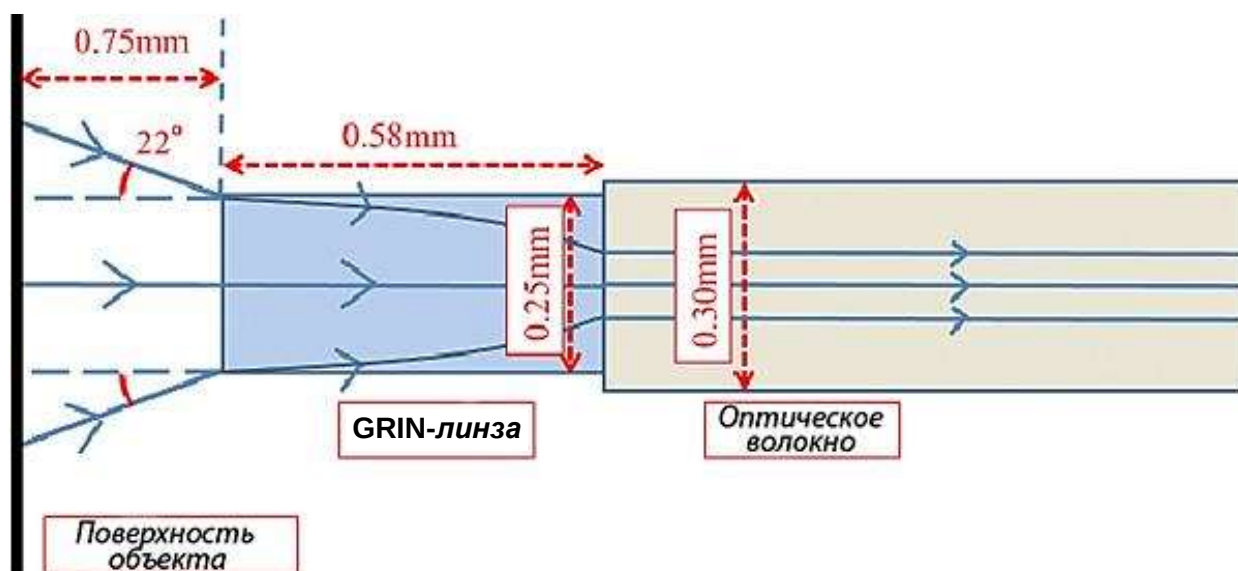


Рис. 8. Схема формирования оптического луча в эндоскопе

Традиционное увеличение с помощью луп или микроскопов имеет ограниченное применение, позволяя проводить только наддесневой обзор, за исключением случаев осмотра после формирования хирургического лоскута. Во время операции на периодонте традиционные способы увеличения не позволяют визуализировать ограниченные участки пространства, такие как очаги резорбции и внутрикостные дефекты, которые можно осмотреть с помощью эндоскопической технологии.

Периоскоп — это усовершенствованный эндоскоп, который был специально разработан для исследования и визуализации зубодесневого кармана, вовлеченного в процесс потери костной ткани (рис. 9). С помощью ручного зонда (рис. 9, 1), направляющего оптоволоконный световод (рис. 9, 2) и ирригационную трубку, осматривается зубодесневой карман. Изображение визуализируемой области в режиме реального времени выводится на монитор (рис. 9, 3).

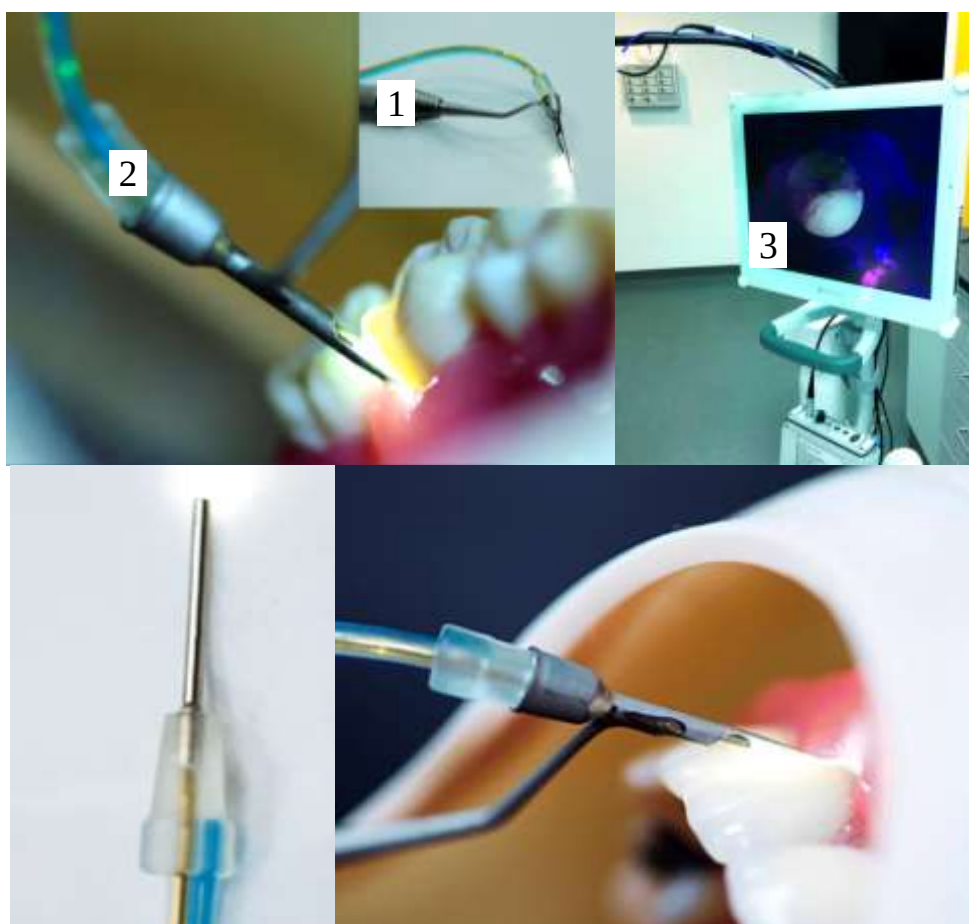


Рис. 9. Периоскоп

Устройство разработано для лечения заболеваний периодонта. Изображение на мониторе компьютера демонстрирует поверхность корня пораженного зуба. Периоскоп позволяет врачу увидеть содержимое периодонтального кармана и проанализировать состояние поверхности корня зуба на предмет скопления болезнетворных бактерий (зубной налет и камень) без хирургического вмешательства.

ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ДЕНТАЛЬНОЙ МАКРОФОТОГРАФИИ

Базовым оборудованием являются камера, вспышка и объектив. Зеркальная фотокамера (рис. 10) состоит из корпуса и объектива, который можно менять в зависимости от поставленных задач. Объектив крепится к корпусу камеры с помощью специального разъема — байонета, позволяющего быструю смену объектива.



Рис. 10. Фотоаппарат, оснащенный макрообъективом и кольцевой вспышкой

Объектив — система линз, проецирующая изображение на светочувствительный элемент (матрицу) цифровой камеры. Поворотом специальных колец в ручном режиме или автоматически изменяется расстояние между линзами объектива, за счет чего происходит наведение на резкость или фокусировка. Для проведения дентальной макросъемки используется макрообъектив, позволяющий снимать без дополнительных приспособлений в масштабе 1 : 1. У макрообъектива при съемке с малого расстояния aberrации максимально исправлены.

Фокусное расстояние объектива — это расстояние в миллиметрах между матрицей цифровой камеры и центром объектива при наведении резкости на бесконечность.

Вспышка — неотъемлемый элемент. Большая часть всех снимков производится с ее использованием. Для дентальной фотографии наиболее удобная вспышка — кольцевая, монтируемая непосредственно на объектив. Она дает равномерное освещение без тени, однако в некоторых случаях не позволяет передать особенности текстуры. Вариацией кольцевой вспышки является постоянный кольцевой источник освещения. Вместо мгновенного излучения такая вспышка (LED) не тухнет сразу, а продолжает освещать снимаемую область. Популярны среди стоматологов двойные вспышки позволяют лучше «захватить» текстуру и топографию, однако их применение для съемки задних зубов ограничено. Использование штатных вспышек зачастую при-

водит к засветам и одновременно темным зонам на снимке. В целях рассеивания яркого света применяются отражатели и рассеиватели.

Дополнительное оборудование, которое может понадобиться для дентальной фотографии: задний фон нейтрального цвета, щечные ретракторы, щечные и окклюзионные зеркала.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ УВЕЛИЧИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ В СТОМАТОЛОГИИ

ВИЗУАЛИЗАЦИЯ В РЕСТАВРАЦИОННОЙ СТОМАТОЛОГИИ И ЭНДОДОНТИИ

Практическая стоматология требует точных моторных навыков наряду с остротой зрения. На рынке представлено множество устройств для улучшения остроты зрения — от простых луп до микроскопов. У каждого из них есть свои преимущества и недостатки, но все они помогают повысить точность и качество работы по сравнению с невооруженным глазом без дополнительного оборудования. Большое увеличение, такое как 4–6-кратное или выше, обеспечивает улучшенное восприятие визуальной информации для диагностики и лечения стоматологической патологии по сравнению со зрением без дополнительного оборудования или с начальным уровнем увеличения в 2,5 раза. В различных областях общей стоматологии повышенная визуальная детализация, обеспечиваемая большим увеличением, облегчает диагностику и планирование лечения, улучшает контроль при проведении лечения, позволяет стоматологу выполнять манипуляции в более эргономичных условиях и улучшает клинические результаты по сравнению с работой, выполняемой без помощи оптических устройств. Крупное увеличение может использоваться во многих направлениях стоматологической практики, таких как реставрационная стоматология, несъемное и съемное протезирование, детская стоматология, периодонтология, эндодонтия и хирургическая стоматология. Применение соответствующего визуального увеличения необходимо специалистами в области стоматологии для того, чтобы сделать свою практическую работу более точной и комфортной и снизить риск развития профессиональных заболеваний опорно-двигательного аппарата. Работа в полости рта с ограниченным прямым визуальным доступом может повлиять на качество лечения пациента и заставить стоматолога принимать вынужденную неблагоприятную позу, изображенную на рис. 11, что в дальнейшем может привести к развитию профессиональных заболеваний.

Бинокулярные лупы классифицируются по оптической конструкции на однолинзовые (диоптрические), лупы системы Галилея и лупы системы Кеплера. В зависимости от оптической конструкции возможны различные коэффициенты увеличения. Типичный коэффициент увеличения для галилеевских луп составляет 2,0–2,5 с пределом в 3,5. Кеплеровские лупы обеспечивают более широкий выбор коэффициента увеличения. По практическим причинам он обычно составляет от 3,5 до 4,5 с пределом 6,0.

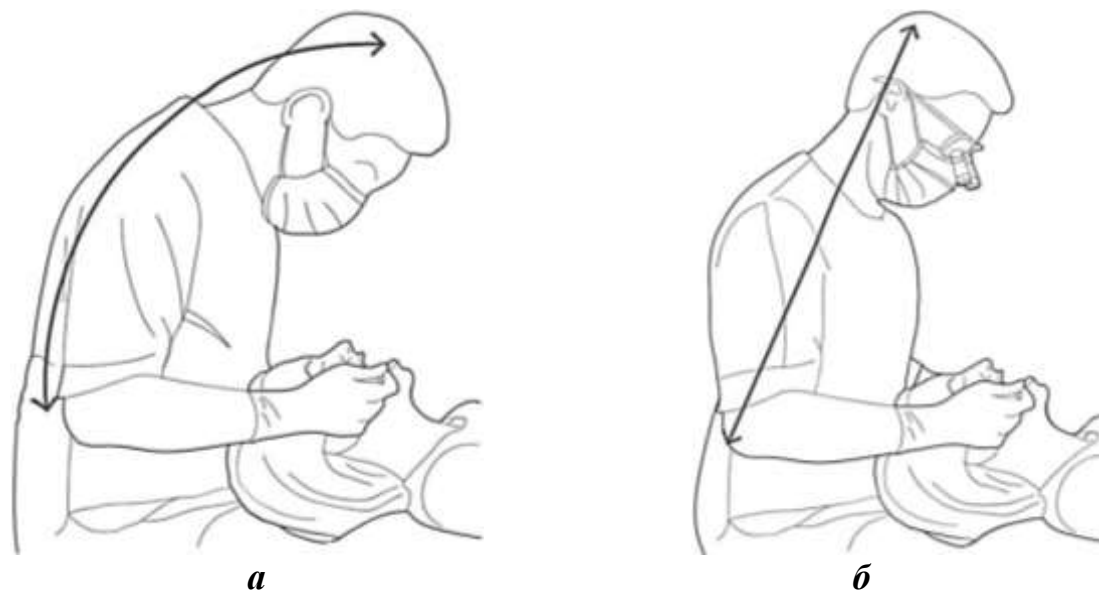


Рис. 11. Поза стоматолога во время работы:
а — без бинокулярной лупы; *б* — с бинокулярной лупой

Широкое разнообразие доступных систем луп, вариабельность естественной остроты зрения, зависимость от возраста и корректировок позволяют предположить, что влияние луп на качество проводимого стоматологического лечения может быть более значительным, чем представляется. На протяжении десятилетий лупы использовались стоматологами из соображений точности и эргономики. С 1990-х гг. операционный микроскоп стал считаться необходимой частью стоматологического оборудования. Стоматологи должны знать о своих собственных зрительных способностях и о различных методах, доступных для компенсации недостатков зрения. Увеличительные устройства рекомендуются как для стоматологов с низкой естественной остротой зрения, так и для стоматологов с хорошим зрением. Эффективное увеличение повышает способность стоматолога выявлять кариес и трещины в зубах, воспринимать цвет, различать границы между различными поверхностями и материалами, обнаруживать микроскопические дефекты в несъемных и съемных металлических каркасах, а также помогает в корректировке окклюзионных поверхностей и полировке реставраций. Тем не менее было установлено, что цена является наиболее важным аспектом при выборе лупы.

Наиболее распространенными увеличительными устройствами, которые были внедрены в эндодонтию, являются лупы, хирургический микроскоп и в последнее время эндоскоп. Современные микроскопы могут быть легко размещены над операционным полем и имеют превосходный баланс во всем диапазоне перемещения в пространстве, что позволяет оператору получить правильный фокус. Использование коаксиального осветителя обеспечивает хорошую прямую видимость и устраняет тень, а также исключает многочисленные регулировки в отличие от традиционного верхнего светильника на стоматологической установке.

Было доказано, что использование луп и микроскопов улучшает рабочую позу врача и снижает повторяющееся патологическое воздействие, вызванное неправильной осанкой. Простота управления, наряду с лучшей эргономикой волоконно-оптических инструментов, позволяет эндодонтисту диагностировать и лечить проблему с большей эффективностью. Клиницисты поняли, что использование увеличения может улучшить результат стоматологических процедур. Среди различных доступных систем увеличения наибольшей популярностью пользуются лупы, однако их увеличение ограничено. Поэтому в эндодонтии особое внимание уделяется использованию стоматологического микроскопа совместно с микрозеркалами.

В практической работе применяется различное увеличение микроскопа.

Малое увеличение (3–8-кратное) используется для осмотра зуба, ориентации и позиционирования бора или ультразвукового наконечника. Широкое поле зрения позволяет сравнивать соседние анатомические ориентиры. Этот уровень увеличения используется в лупах и позволяет грамотно выполнять простые манипуляции.

Среднее увеличение (8–16-кратное) используется при нехирургических и хирургических эндодонтических процедурах, так как обеспечивает приемлемое поле зрения и глубину резкости. Оно применяется для выполнения сложных процедур, таких как устранение перфораций, извлечение сломанных инструментов, и любых других, требующих повышенной точности и аккуратности.

Высокое увеличение (16–30-кратное) используется в основном для осмотра крупным планом мелких анатомических образований, таких как кальцифицированные отверстия каналов и мелкие трещины. Помимо уменьшенного поля зрения на таком увеличении при незначительных движениях может произойти мгновенная потеря фокуса.

Преимуществами использования увеличительных устройств в эндодонтии являются повышение качества визуализации, улучшение рабочей позы и уменьшение количества повторных обращений к стоматологу. К микроскопу может быть присоединена видео- или фотокамера, позволяющая врачу делать снимки высокого разрешения, чтобы протоколировать ход лечения и объяснить пациентам сложность случая или прогноз. Это помогает им лучше понять предложенный план лечения. Микрохирургические подходы позволяют клиницистам во время проведения эндодонтической операции удалять меньше кости при остеотомии, осматривать резецированные поверхности корня, осуществлять прецизионно точное ретроградное пломбирование верхушки корня. Успешный результат эндодонтического хирургического лечения в значительной степени зависит от точной диагностики, для которой необходимо оптическое увеличение. Было выполнено множество систематических обзоров для оценки значимости использования увеличительных приборов в эндодонтии, результаты которых показывают, что визуализация с помощью оптических устройств помогает повысить квалификацию специалиста и тем самым улучшает конечный результат.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ УВЕЛИЧИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ В ПЕРИОДОНТОЛОГИЧЕСКОЙ ПРАКТИКЕ

Лечение заболеваний периодонта требует тщательной диагностики. Увеличительные приборы и микрохирургические инструменты в сочетании с минимально инвазивными методами обеспечивают наилучшие результаты. С их помощью можно повысить эффективность лечения, сократить длительность заживления, уменьшить боль и избежать послеоперационных рубцов.

Стоматологический операционный микроскоп позволяет более эффективно обнаруживать и удалять любые источники раздражения периодонта, например микроскопические остатки зубных отложений или гиперплазию эмали в виде «эмалевой жемчужины», которые могут привести к потере эпителиального прикрепления или не давать ему восстановиться после лечения. Использование микроскопа с его высоким увеличением и эффективным освещением необходимо при проведении процедур в области фуркации корней.

Применение оптического увеличения и микрохирургической техники при перемещении лоскута и наложении швов дает возможность точно контролировать работу с десной без излишней травматизации, растяжения, деформации или разрыва тканей. Использование микрохирургии требует обучения и практики с помощью визуальной, а не тактильной обратной связи, в отличие от макрохирургии. Эта область представляет огромный интерес для практического применения и развития периодонтологии. Применение увеличения имеет огромный потенциал для повышения качества профессиональной гигиены, клинического лечения заболеваний периодонта и для предотвращения развития профессиональных заболеваний опорно-двигательного аппарата у врачей-периодонтологов и гигиенистов.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ УВЕЛИЧИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ В ПРАКТИКЕ ОРТОПЕДИЧЕСКОЙ СТОМАТОЛОГИИ

В ортопедической стоматологии использование операционного микроскопа или телескопических луп с коаксиальным освещением помогает избежать образования уступа и щели между опорным зубом и искусственной коронкой, делает вмешательство более щадящим, а также снижает риск разрушения структур зуба и периодонта в отдаленные сроки.

ВЫБОР УВЕЛИЧИТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ

Неправильно подобранные или отрегулированные увеличительные системы могут способствовать длительному пребыванию в опасной вынужденной позе, подвергающей врача повышенному риску возникновения проблем с опорно-двигательным аппаратом. Клиницисты должны сначала определить оптимальную рабочую позу, благоприятно влияющую на здоровье опорно-двигательного аппарата, а затем выбирать оптические устройства, которые будут помогать поддерживать эту позу. Рабочее расстояние, глубина резко-

сти и угол обзора выбранной системы должны соответствовать потребностям опорно-двигательного аппарата врача. Наиболее распространенные лупы Галилея с увеличением в 2,5–3,25 раза обеспечивают хороший компромисс между рабочим расстоянием, полем зрения, глубиной фокусировки, стоимостью и комфортом, поэтому подходят для ознакомления и начала работы с оптикой.

Опрос Clinicians Report 1600 врачей, среди которых более 90 % использовали лупы в практической работе постоянно, показал, что большинство стоматологов рекомендовали рабочее расстояние 45 см. Угол обзора 35° и более, угол наклона головы менее 25° и большее увеличение были рекомендованы экспертами для улучшения эргономики. Угол конвергенции обоих окуляров должен быть одинаковым для предотвращения усталости и головных болей. Это также обеспечит снижение напряжения глаз и позволит избежать раздвоения изображения. Неправильный подбор оптического устройства может привести к снижению концентрации внимания во время клинической работы. Была отмечена высокая распространенность коаксиального смещения (отсутствия соосности) среди бинокулярных луп, используемых стоматологами. При выборе и приобретении увеличительного оптического устройства необходимо учитывать следующие факторы: остроту зрения, характер практики, стремление к качеству работы, количество времени и средств, которые стоматолог готов потратить на то, чтобы стать компетентным в использовании оборудования. Кроме того, необходимо ознакомиться практически с различными уровнями предлагаемого увеличения, различной глубиной резкости и размером поля зрения для удовлетворения своих практических потребностей, с площадью места, необходимого для размещения оборудования, и с экономической эффективностью инвестиций. К недостаткам можно отнести необходимость адаптации к новой рабочей среде, высокую стоимость, дополнительные протоколы инфекционного контроля, а также возможную травму на рабочем месте.

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ДИФФЕРЕНЦИРОВАННОМУ ВЫБОРУ ОПТИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ

На этапе диагностики состояния твердых тканей зуба рекомендуется использовать монокуляр с увеличением от 8 до 12 раз, бинокулярную лупу с увеличением в 2–3 раза, внутриротовую видеокамеру и цифровую дентальную макрофотографию, позволяющие увеличить объект в 30–100 раз.

На протяжении всего этапа лечения твердых тканей зуба оптимальным является использование бинокулярной лупы, обеспечивающее достаточную степень увеличения в 2–3 раза и эргономичную позу врача-стоматолога.

На этапе оценки результатов лечения возможно использование монокуляра с увеличением от 8 до 12 раз, бинокулярной лупы с увеличением в 2–3 раза, интраоральной видеокамеры и цифровой дентальной макрофотографии, позволяющих увеличить объект в 30–100 раз.

При визуализации состояния слизистой оболочки полости рта оптимально использование бинокулярной лупы с увеличением в 1,5–2,5 раза и дентальной цифровой макрофотографии, позволяющей увеличить обследуемую область в 30–50 раз.

В периодонтологии рекомендуется применение бинокулярной лупы с увеличением в 1,5–2,5 раза, внутриротовой видеокамеры и цифровой дентальной макрофотографии, позволяющих увеличить объект в 30–100 раз.

На эндодонтическом приеме наилучшее бестеневое изображение получается при использовании внутриротовой видеокамеры с увеличением в 30–100 раз. Использование операционного микроскопа дает наилучшую детализацию объекта в эндодонтической практике, но требует присутствия 2 обученных ассистентов.

При выборе бинокулярной лупы необходимо помнить о том, что чем больше степень увеличения оптического устройства, тем меньше глубина резкости и размер поля зрения. Меньшая глубина резкости заставляет оператора принимать фиксированную позу и ограничивает движения головы. Большое поле зрения важно для стоматолога-гигиениста и периодонтолога, поэтому для их работы можно рекомендовать бинокулярные лупы с увеличением в 1,5–2,5 раза. При изготовлении реставраций и эндодонтической помощи врач работает с объектом небольшого размера, следовательно для специалистов данного профиля более важной является степень увеличения, а не размер поля зрения. Для изготовления реставраций оптимально использовать бинокулярные лупы с увеличением в 2–3 раза. При эндодонтическом лечении рекомендуется применять бинокулярные лупы Галилея с 3-кратным увеличением, а также бинокулярные лупы Кеплера с увеличением от 4 до 6 раз.

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ДЕНТАЛЬНОЙ ФОТОГРАФИИ

При фотографировании внутриротовых объектов в режиме макросъемки с кольцевой вспышкой оптимально использовать режим ручных установок «М» с параметрами диафрагмы 22 или 90 % от максимального значения диафрагмы, выдержка составляет 1/125 с, ISO 100–200. Фокусное расстояние объектива 100 мм, степень увеличения 1 : 1. Используется точечная автоматическая фокусировка на объекте. Фотографирование осуществляется с рук без применения штатива.

Технические средства любого класса, используемые для фоторегистрации, требуют тщательного изучения непосредственного их использования в различных клинических ситуациях. Ракурс съемки, уровень освещения, цветовой фон — основные параметры, обеспечивающие высокое качество изображения. В основе выбора объекта и расположения устройства лежит цель фотографирования. Важнейшим условием получения качественных фотоснимков является умение видеть предмет в объективе (на экране) и оценивать требуемые характеристики: достаточный уровень и равномерность освещения, необходимые размеры предмета, отсутствие лишних деталей

(пальцы ассистента, нос пациента и т. д.), влияние цветного фона (коффердам, окрашенные ногти). Резкость изображения определяется визуально вначале на экране фотокамеры, затем на мониторе компьютера.

Тренировка по формированию навыков фоторегистрации параметров малого объекта (калибровка) осуществляется до тех пор, пока не будет получено положительное заключение о качестве изображения от нескольких специалистов в области стоматологии.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Van As, G. A. Magnification alternatives: seeing is believing. Part I / G. A. van As // *Dentistry Today*. – 2013. – Vol. 32 (6). – P. 82–87.
2. Bauer, R. Using dental photography for predictable results from your dental lab / R. Bauer // *Today's FDA*. – 2010. – Vol. 22, № 2. – P. 48–49, 51.
3. Congiusta, M. No evidence that magnification devices improve the success of endodontic therapy / M. Congiusta, A. Veitz-Keenan // *Evid. Based Dent.* – 2016. – Vol. 17 (3). – P. 84–85.
4. *Magnification devices for endodontic therapy* / M. Del Fabbro [et al.] // *Cochrane Database of Systematic Reviews* – 2015. – Vol. 9. – P. 12–25.
5. Лопатин, О. А. Оборудование для дентальной макрофотографии / О. А. Лопатин // *Современные методы диагностики, профилактики и лечения стоматологических заболеваний : материалы I Белорус. междунар. стоматол. конгресса, Минск, 23–25 окт. 2013 г. / Белорус. гос. мед. ун-т ; редкол. : А. В. Сикорский, А. В. Стахейко, Т. Н. Терехова. – Минск : БГМУ, 2013. – С. 57–60.*
6. Лопатин, О. А. Обоснование внутриротовой фотографии и видеосъёмки на стоматологическом приеме / О. А. Лопатин // *Современные методы диагностики, профилактики и лечения стоматологических заболеваний : материалы I Белорус. междунар. стоматол. конгресса, Минск, 23–25 окт. 2013 г. / Белорус. гос. мед. ун-т ; редкол. : А. В. Сикорский, А. В. Стахейко, Т. Н. Терехова. – Минск : БГМУ, 2013. – С. 60–62.*
7. Лопатин, О. А. Эффективность оптических приборов при лечении заболеваний пародонта / О. А. Лопатин, С. Р. Тихоновецкая // *Интегративная медицина в челюстно-лицевой хирургии и стоматологии : сб. тр. науч.-практ. конф. с междунар. участием «Паринские чтения 2014», Минск, 10–11 апр. 2014 г. – Минск : Белорус. гос. ун-т, 2014. – С. 451–453.*
8. Луцкая, И. К. Обоснование выбора оптических устройств в терапевтической стоматологии / И. К. Луцкая, О. А. Лопатин // *Медицинские новости*. – 2012. – № 8. – С. 62–65.
9. Луцкая, И. К. Оценка качества изготовления адгезивного мостовидного протеза с помощью оптических систем / И. К. Луцкая, О. А. Лопатин // *Современная стоматология*. – 2011. – № 1. – С. 72–75.
10. Луцкая, И. К. Оценка качества препарирования устьев корневых каналов / И. К. Луцкая, О. А. Лопатин, О. В. Федоринчик // *Современная стоматология*. – 2008. – № 4. – С. 59–61.
11. Луцкая, И. К. Фоторегистрация как контроль качества работы в эстетической стоматологии / И. К. Луцкая, О. А. Лопатин // *Медицинские новости*. – 2015. – № 8. – С. 39–42.
12. Терехова, Т. Н. Использование бинокулярной стоматологической лупы для оценки качества реставраций / Т. Н. Терехова, Е. И. Мельникова, Н. В. Шаковец // *Стоматологический журнал*. – 2012. – № 4. – С. 282–284.
13. Brüllmann, D. D. Intraoral cameras as a computer-aided diagnosis tool for root canal orifices / D. D. Brüllmann, C. I. Weichert, M. Daubländer // *Journal of Dental Education*. – 2011. – Vol. 75, № 11. – P. 1452–1457.
14. Blaisdell, L. R. One practice's intraoral camera success story / L. R. Blaisdell // *Dental Economics*. – 2015. – Vol. 85, № 11. – P. 48–50, 52–54.
15. Effect of magnification on locating the MB2 canal in maxillary molars / L. Buwherley [et al.] // *Journal of Endodontics*. – 2002. – Vol. 28, № 4. – P. 324–327.
16. Caries Detection around Restorations Using ICDAS and Optical Devices / C. Cordeiro Rde [et al.] // *Journal Esthetic and Restorative Dentistry*. – 2016. – Vol. 28, № 2. – P. 110–121.
17. Луцкая, И. К. Клиническая эффективность препарирования устьев корневых каналов / И. К. Луцкая, О. А. Лопатин // *Стоматологический журнал*. – 2019. – № 1. – С. 12–18.

18. Луцкая, И. К. Клинические показания к дифференцированному выбору средств и методов лечения постоянных зубов / И. К. Луцкая // Новое в стоматологии. – 2018. – № 8/236. – С. 2–15.
19. Луцкая, И. К. Качественное препарирование — залог эффективного восстановления зуба / И. К. Луцкая, О. А. Лопатин // DentalTimes. – 2018. – Вып. 34. – С. 38–40.
20. Луцкая, И. К. Эффективное использование оборудования для цифровой ден- тальной макрофотографии / И. К. Луцкая, О. А. Лопатин // Междунар. науч. институт «Educatio». Новосибирск. – 2015. – № 8 (15), ч. 1. – С. 81–84.
21. Луцкая, И. К. Методы оценки качества эстетических реставраций в стоматоло- гии / И. К. Луцкая, Н. В. Новак, О. А. Лопатин // Экологическая антропология : ежегод- ник. – Минск, 2010. – С. 194–196.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	3
Увеличительные приборы в стоматологии	4
Монокюляры	4
Бинокюлярные лупы.....	5
Внутриротовая видеокамера.....	9
Стоматологический микроскоп.....	10
Эндоскоп и периоскоп.....	11
Оборудование для дентальной макрофотографии	14
Использование увеличительных приборов в стоматологии.....	15
Визуализация в реставрационной стоматологии и эндодонтии	15
Использование увеличительных приборов в периодонтологической практике.....	18
Использование увеличительных приборов в практике ортопедической стоматологии	18
Выбор увеличительных устройств.....	18
Рекомендации по дифференцированному выбору оптических устройств.....	19
Рекомендации по дентальной фотографии	20
Список использованной литературы	22

ISBN 978-985-21-1764-7

