

УДК 616-001.1.613.6

Гейниц А.В., Москвин С.В.

## Безопасная работа с лазерными медицинскими установками: новые нормативные документы и реальная ситуация

Geynits A.V., Moskvina S.V.

### Safety in working with laser medical devices: new standard regulations and real situation

ФГБУ «ГНЦ лазерной медицины ФМБА России», г. Москва

В работе рассмотрены различные вопросы обеспечения лазерной безопасности при работе с лазерными медицинскими установками. В частности, обращено внимание на особенности новых нормативных документов, принятых в 2008–2012 годах, и необходимость постоянного систематического контроля условий соблюдения безопасности в медицинских учреждениях, работающих с лазерной медицинской техникой. Необходимо всегда использовать специальные защитные очки как медперсоналу, так и пациентам, применять только зарегистрированные в установленном порядке в Росздравнадзоре РФ лазерные медицинские аппараты и только специалистами прошедшими специализированные курсы по программе «Лазерная медицина», в частности на базе ФГУ «ГНЦ ЛМ ФМБА РФ», г. Москва. *Ключевые слова:* лазерная медицина, лазерная безопасность, нормативные документы.

The article touches various questions of laser safety while working with medical lasers. Namely, the authors draw attention to the peculiarities of new documents adopted in 2008–2012 and to the necessity of providing a systemic control in observing safety requirements in medical institutions where medical laser devices are used. Both medical personnel and patients must use special protective goggles; laser medical devices must be registered in Roszdravnadzor and, only specialists who have finished special courses «Laser Medicine», namely in the State Research and Clinical Center for Laser Medicine in Moscow, have the right to use these medical devices. *Key words:* safety in laser medicine, regulations.

#### Введение

Лазеры практически с самого момента их изобретения, около 50 лет тому назад, применяются в медицинской практике, и все эти годы тема лазерной безопасности остается актуальной, поскольку появляются новые лазерные аппараты и медицинские технологии на их основе, меняется законодательство. Кроме того, все больше врачей самых разных специальностей, интересующихся лазерными технологиями, стремятся внедрить лазерные методы в имеющийся арсенал лечебных средств. Указанный факт требует обеспечения максимально высокого качества подготовки специалистов в этой области. Недаром программа специализации по курсу «Лазерная медицина» [14] начинается именно с освоения навыков безопасного применения лазерной медицинской аппаратуры.

Общие требования к обеспечению лазерной безопасности основаны на достаточно фундаментальных исследованиях, проведенных много лет назад [22, 23], на них же базируются и все нормативные документы, требования которых необходимо соблюдать по возможности максимально педантично. Целью нашей работы является акцентирование внимания на особо важных моментах, касающихся безопасного применения лазерной медицинской техники.

Затрагивая указанную тему, мы хотели бы также рассеять некоторые заблуждения. Например, P.J. Smalley [24] рекомендует не ставить защиту на окна, если зеленый лазер (532 нм) работает в кабинете с видом на парк, поскольку, по мнению автора, листья деревьев поглотят излучение, и свет лазера никому не нанесет вреда (если случайно попадет в окно). Но известно, что цвет объекта определяется спектром отражения, т. е. зеленые листья деревьев не поглощают свет зеленого лазера, а почти полностью его отражают! Следовательно, в указанной ситуации надо обязательно ставить защиту на окна, а также не допускать зеленого цвета в оформлении помещения.

Есть одна тема, которую следует изучать отдельно. А.В. Приезжев с соавт. [13] совершенно справедливо отмечают, что требования к нормированности излучения и правила техники безопасности остаются примерно такими же, как, например, при работе с лазерами в промышленности.

Однако применение лазеров в медицине ставит и другую проблему, а именно разработку правил техники безопасности для пациентов, когда «паразитному» облучению могут быть подвергнуты не только глаза и кожа человека, но и любой внутренний орган, непосредственно с которым не производится манипуляция.

В настоящее время косметология (терапевтическая и хирургическая) является одной из медицинских специальностей [15], т. е. это вид деятельности, на который распространяется действие Положения о лицензировании медицинской деятельности (Утверждено постановлением Правительства РФ № 30 от 22.01.2007). Данный факт радует, поскольку усиливается контроль, в том числе и с точки зрения лазерной безопасности. Приведем только один пример совершенно безответственного поведения, когда не имеющие специального образования «косметологи» проводят лазерный детатуаж в области глаз инфракрасным лазером сомнительного происхождения. В нормативных документах говорится о защите от отраженного лазерного излучения мощностью 0,01 Вт (10 мВт), применяемого в физиотерапии, а тут светят клиенту непосредственно в глаза лазером мощностью 1 Вт и более! Самое страшное, что это излучение невидимо глазом, и наносимый вред замечен не сразу. Для предотвращения подобных ситуаций необходимо проведение постоянной образовательной работы как со специалистами, так и с их потенциальными клиентами.

#### Классификация лазерной медицинской аппаратуры, особенности различной аппаратуры и терминология

Понятно, что именно энергетические параметры лазерного источника, в первую очередь, определяют уровень его опасности. В России принята условная классификация медицинских лазеров по направлениям их применения с обозначением диапазона мощности:

- диагностика ( $10^{-4}$ – $10^{-3}$  Вт или 0,1–1 мВт);
- лазерная терапия, низкоинтенсивное лазерное излучение, НИЛИ ( $10^{-3}$ – $10^{-1}$  Вт или 1–100 мВт);
- фотодинамическая терапия, ФДТ ( $10^{-1}$ –3 Вт);
- лазерная хирургия (1–100 Вт).

Первую разновидность лазеров мы рассматривать не будем, они абсолютно безопасны практически при любых условиях.

Лазеры, применяемые в терапии, могут быть опасны для глаз в редких случаях, поскольку чаще всего:

- мощности незначительны;
- методики контактные (с зеркальной насадкой) или полостные, т. е. все излучение поглощается, не отражаясь от поверхности;
- нет необходимости смотреть на область воздействия, тем более светить в глаза;
- обязательное наличие защитных очков на рабочем месте.

Основную проблему в лазерной терапии представляет обеспечение гарантированно грамотного и осознанного использования методик, поскольку при неверном задании параметров методики можно вызвать ответную реакцию организма, прямо противоположную ожидаемой. Разработка нашим институтом методологии лазерной терапии, основанной на фундаментальном понимании механизмов действия НИЛИ, создание системы обучения (специализации) и издание соответствующей учебной литературы (совместно с Научно-исследовательским центром «Матрикс»), а также другая планомерная работа в этом направлении позволяют практически полностью исключить возможность неверного применения метода.

Лазерные аппараты для ФДТ, особенно для хирургии, наиболее опасны и требуют при работе с ними особой внимательности.

Если в аппаратах для лазерной терапии и ФДТ почти всегда используют диодные (полупроводниковые) лазеры, питающиеся низкими напряжениями порядка 2–3 В, то хирургические лазеры чаще всего газовые (CO<sub>2</sub>) или твердотельные (YAG:Nd, KTP и др.), используют напряжение в несколько килоВольт и представляют определенную опасность с точки зрения электрической защиты.

Исследования доказали, что тепловое повреждение биотканей под воздействием хирургического лазера приводит к высвобождению углеродных частиц, вирусов, бактерий, ДНК и более 40 токсичных газов [24]. Эти опасные выделения способны нанести существенный вред, в первую очередь, постоянно работающему в помещении персоналу. Поэтому исключительно важно использовать многоступенчатую надежную систему эвакуации и фильтрации дыма, максимально часто менять фильтры, которые в идеале должны быть снабжены индикатором загрязнения. Не существует масок, способных задержать все вредные вещества, но если их тщательно подгонять и менять каждые 20 мин, то это в совокупности с другими мерами обеспечит достаточно высокий уровень защиты персонала.

При работе с мощными лазерами (ФДТ и хирургия) всегда необходимо пользоваться специальными защитными очками всем, кто находится в помещении. Особенно это важно в случае инфракрасных лазеров, излучение которых невидимо, вследствие чего создается ложное ощущение безопасности. Кроме того, оператор всегда должен смотреть на операционное поле, т. е. постоянно концентрирует зрение на лазерном пятне, что не может пройти бесследно, если не защищать глаза.

Одно важное замечание по терминологии. В России под лазерной терапией подразумевают использование НИЛИ мощностью 1–100 мВт как составной части физиотерапии. Недавно появившуюся за рубежом лазерную терапию НИЛИ стали называть *low-level laser therapy (LLLT)*, но в России так и остался сокращенный вариант названия. В Европе, США и других странах термин *laser therapy* используют для определения в нашем понимании хирургических манипуляций хирургическими лазерами с мощностью, иногда доходящей до десятков ватт (шлифовка лица, удаление новообразований, татуировок и др.). Наши косметологи эту терминологию под-

хватили, и если посмотреть косметологические журналы и программы последних косметологических конференций, то мы увидим, что все лазерные манипуляции там называют терапией. Это абсолютно неверно, хотя бы с той точки зрения, что подобные процедуры могут проводить только врачи с хирургической специализацией. Кроме того, термин «терапия» вводит в заблуждение и в отношении безопасной работы с лазерной аппаратурой.

#### Нормативные документы

В 2009–2011 годах в области обеспечения лазерной безопасности начали действовать новые нормативные документы, содержание которых порой противоречит друг другу. Это очень важный момент, на котором мы остановимся подробнее.

Дополнительно к ГОСТ Р-50723-94 (действующего в настоящее время) [3] были введены новые стандарты, соответствующие международным – ГОСТ Р МЭК 60601-2-22-2008 [6] и ГОСТ Р МЭК 60825-1-2009 [7], в которых установлено следующее ранжирование лазерной аппаратуры по семи классам (в порядке повышения уровня опасности): 1, 1М, 2, 2М, 3R, 3В и 4. В этих стандартах установлены параметры (длина волны и мощность) и методы их контроля, позволяющие классифицировать лазеры, предъявляются соответствующие требования к их конструкции и маркировке для обеспечения безопасной работы с лазерным оборудованием.

Требования к помещениям и персоналу новые стандарты не устанавливают. Эти вопросы регламентируются СанПиН 2.1.3.2630 [17], где в части обеспечения безопасности при использовании лазерной аппаратуры воспроизводится СанПиН 5804-91 [16]. В этих документах лазерные источники разделены только на 4 класса лазерной безопасности с заданным определением.

Класс лазерной опасности		Области медицины	Определение класса лазерной опасности (СанПиН 2.1.3.2630)
ГОСТ Р МЭК 60825-1-2009	СанПиН 2.1.3.2630		
1, 1М	1	Диагностика, лазерная терапия	Полностью безопасные лазеры, т. е. при однократном воздействии коллимированным* излучением не представляют опасности при облучении глаз и кожи.
2, 2М	2	Лазерная терапия	Лазеры, коллимированное излучение которых представляет опасность при облучении глаз или кожи, а диффузно отраженное излучение безопасно как для кожи, так и для глаз (по [7] это безопасный видимый диапазон лазерного излучения)
3R, 3В	3	Лазерная терапия (мощность до 500 мВт), ФДТ	Лазеры, излучение которых представляет опасность при облучении глаз не только коллимированным, но и диффузно отраженным излучением на расстоянии 10 см от поверхности и (или) коллимированным излучением.
4	4	ФДТ, лазерная хирургия	Лазеры, диффузно отраженное излучение которых представляет опасность для глаз и кожи.

Примечание. \* – параллельный нерасходящийся луч света.

Все организационно-технические мероприятия в медицинском учреждении регламентируются в соответствии именно с классификацией, принятой в СанПиН 2.1.3.2630. Обращаем внимание на объединение классов, установленных ГОСТ Р МЭК 60825-1-2009, что приводит к противоречиям в требованиях, предъявляемым к производителям и потребителям лазерной медицинской аппаратуры.

### Очки для защиты от лазерного излучения

Исследования и уже первый опыт использования лазеров показали, что основную опасность лазерное излучение представляет именно для органов зрения. В зависимости от мощности и длины волны излучения, а также времени экспозиции (важно именно соотношение этих параметров) возможны различные варианты поражения глаз [11].

Специальные очки для защиты от лазерного излучения должны соответствовать ГОСТ Р 12.4.254-2010 [5], но поскольку он введен впервые с 01.01.2012, то сертифицированных на соответствие этому нормативному документу очков еще нет. Единственные «легальные» очки, которые допускается использовать, сертифицируются и поставляются с лазерными медицинскими аппаратами (должны быть указаны в регистрационном свидетельстве на аппарат). Такие очки, разумеется, можно использовать не только с тем аппаратом, с которым они были сертифицированы, но и с другими, при этом важно внимательно ознакомиться с их техническими характеристиками.

Внимание! В ГОСТ Р 12.4.230.1-2007 [4] прямо указано, что он не распространяется на очки для защиты от лазерного излучения! (Примечание связано с появлением на рынке «противолазерных» очков с сертификатом соответствия данному стандарту.)

В ГОСТ Р 12.4.254-2010 [5] имеется градация очков по степени защиты – L1, L2, ... L10, соответственно порядку ослабления излучения для определенной длины волны: L1 – ослабление в 10 раз, не менее, L2 – ослабление в 100 раз, не менее, и т. д., всего 10 уровней.

Для выбора защитных очков существуют следующие критерии [24]:

- наличие указания о длине волны в нанометрах, для которой они предназначены, и степени защиты (коэффициента ослабления лазерного излучения);
- наличие боковых защитных экранов;
- адекватная передача видимого света (должны быть максимально прозрачные);
- стойкость к ударам, отсутствие царапин, сколов, трещин и передней отражающей поверхности;
- очки должны быть хорошо подогнаны по размерам под человека и быть удобными.

Для лазерной терапии достаточно степени защиты L1 в большинстве случаев, а иногда L2 (по [5]), как, например, у универсальных очков ЗН-22 «Матрикс», предназначенных для использования с физиотерапевтическими лазерными аппаратами, работающими в спектральном диапазоне от 365 до 905 нм.

При работе с хирургическими лазерами необходимо использовать очки для защиты от лазерного излучения (как для оператора, так и для пациента), предназначенные только и именно для длины волны используемого лазерного источника. Степень защиты **не ниже L4** по [5] (ослабление в 10 000 раз и более). Производители аппаратуры **обязаны** поставлять защитные очки в комплекте с лазерным аппаратом.

В основном очки делают из стекла (органического или кварцевого) с добавлением специального красителя. Очки с дифракционным покрытием [1] не нашли широкого распространения из-за угловой зависимости коэффициента поглощения.

Хотелось бы обратить особое внимание также на требование к прозрачности очков в видимой области спектра. Это

необходимо для того, чтобы оператор мог видеть, куда светит, и не допустил ошибки в своих манипуляциях. Например, абсолютно прозрачные очки из обычного кварцевого стекла достаточно сильно поглощают излучение CO<sub>2</sub>-лазера (длина волны 10 600 нм), в то же время через них виден как объект воздействия, так и луч целеуказателя (как правило, красного цвета). Когда используется лазер, работающий в видимой области, в стекло очков добавляют сильно поглощающий свет краситель, что в целом снижает его прозрачность. Есть примеры, когда очки настолько черные, что в них почти ничего не видно вокруг, они могут, конечно, защищать органы зрения, но тогда опасность уже представляет повышенная вероятность возможной ошибки в манипуляциях оператора.

### Противопоказания

Как мы уже отмечали выше, для безопасного применения лазерной терапии достаточно просто скрупулезного и грамотного использования методик. В то же время мы до сих пор не избавились от наследия неизвестно кем придуманного длинного перечня противопоказаний для лазерной терапии. Много лет переписывается из методички в методичку, что они установлены «Правилами работы со светолечебными физиотерапевтическими приборами (утверждены МЗ СССР, 1970 г.) с учетом ряда особенностей излучения гелий-неонового лазера» [10]. Никто не видел этих «правил», никогда не было опубликовано исследований или даже просто теоретического обоснования таких рекомендаций с разъяснениями «ряда особенностей излучения лазера». Интересно также, что для более мощных, следовательно, потенциально более опасных лазеров, подобных противопоказаний нет.

Рассмотрим на нескольких примерах, что эти «противопоказания» являются лишь фантазией неизвестного автора.

*Наличие злокачественных и доброкачественных новообразований.* У любого человека имеются доброкачественные новообразования, появление раковых клеток в здоровом организме также происходит постоянно, это норма. Получается, что никому нельзя лазерную терапию назначать? Еще в 60-е и 70-е годы прошлого столетия было доказано: лазерный свет не обладает ни мутагенным, ни онкогенным действием, не стимулирует развитие раковых опухолей, а наоборот, подавляет. Были проведены тысячи исследований в десятках стран мира [9]. Физиотерапия вообще является основой реабилитации онкологических больных [8].

По данным *специалистов-онкологов*, данное противопоказание относится только к местному воздействию НИЛИ на проблемные зоны и в больших дозах, воздействие же на другие области (например, ВЛОК) допустимо и более чем оправдано [9]. Мы осознанно не затрагиваем тему «больших» и «малых» доз, она рассматривается в специальной литературе, достаточно сказать, что в лазерной терапии такие дозировки практически не применяют.

*Беременность во всех сроках.* Для специалистов применение лазерной терапии при различных патологических состояниях беременных – обычная практика [18; 19; 21]. В данном аспекте представляет интерес проведенное И.В. Лопушан [12] сравнение архивно-статистических данных родовспомогательной службы Львовской области за 10 лет (проводилось в связи с тем что в регионе в тот период открылось крупное предприятие по производству лазеров), которое показало, что никаких тенденций к росту показателей частоты появления врожденных аномалий новорожденных не выявлено. Приводятся данные исследований менструальной, детородной функции и гинекологической заболеваемости у 140 женщин, занятых в промышленном производстве лазеров в Львове, т. е. подвергавшихся ежедневному постоянному и неконтролируемому воздействию лазерного излучения. Были получены следующие анамнестические данные [12, 20]:



- не установлено вредного влияния на менструальную функцию, отмечена нормализация ранее нарушенного менструального цикла;
- роды и послеродовой период у беременных женщин проходили нормально, никаких негативных явлений не отмечено;
- общий уровень гинекологической заболеваемости с потерей трудоспособности на лазерном производстве не отличается от такового на предприятии в целом;
- значительно выше показатель беременностей у женщин, работающих непосредственно на лазерном производстве.

Таким образом, не существует нормативных документов, регламентирующих противопоказания для лазерной терапии, а единственным условием работы является достаточно высокий уровень профессионализма персонала медучреждения. Например, в косметологии нет методик, способных привести к нежелательным последствиям [2], однако перечень противопоказаний присутствует, и только для того, чтобы знать: существуют ограничения в варьировании параметрами НИЛИ, и при определенных условиях возможны непредсказуемые для неспециалиста ответные реакции организма. Также в случае сомнения пациента в безопасности метода необходимо отказаться от проведения процедур.

### Выводы и рекомендации

Многолетние наблюдения в неврологическом отделении ЦКБ ВЛ ФМБА РФ показали, что у 15% больных с цереброваскулярными заболеваниями после проведения плацебо-воздействия, имитирующего процедуру лазерной терапии, пациенты отмечали негативные проявления в виде головокружения, возникновения слабости, снижения артериального давления и др. Одним словом, сама проблема может быть вызвана указанием на само слово «лазер», прямо ассоциированное у значительной части населения с понятием «опасность». Вследствие сказанного безусловно следует разъяснять пациентам, что *лазерное излучение абсолютно безопасно, если с ним работать аккуратно, с соблюдением определенных установленных правил*. Жизненно необходимая для человека вода может быть и опасна, поскольку в ней можно утонуть. Абсолютно такая же ситуация и с лазерной медициной.

Таким образом, для обеспечения безопасной работы с лазерной медицинской аппаратурой следует строго соблюдать основные простые правила.

1. **Запрещается:** начинать работу с аппаратом, не ознакомившись внимательно с инструкцией по эксплуатации; располагать на пути лазерного излучения посторонние предметы, особенно блестящие, способные вызывать отражение излучения; смотреть навстречу лазерному лучу или направлять лазерное излучение в глаза; работать лицам, не связанным непосредственно с обслуживанием аппарата; оставлять без присмотра включенный аппарат.

2. Включать лазерное излучение можно **только ПОСЛЕ** установки излучателя или манипулятора на место воздействия.

3. Необходимо всегда использовать специальные защитные очки, как медперсоналу, так и пациентам.

4. Применять только зарегистрированные в установленном порядке в Росздравнадзоре РФ лазерные медицинские аппараты и только специалистами, прошедшими специализированные курсы по программе «Лазерная медицина».

Последний из приведенных пунктов наиболее важен, поскольку именно высокий профессионализм, знание методик и правил работы с лазерной медицинской аппаратурой является лучшим гарантом безопасности.

### Литература

1. Анисимов В.И. Проблемы оптической и лазерной безопасности в медицине // Лазерная медицина. 2002. Т. 6, вып. 2. С. 47–51.

2. Гейниц А.В., Москвин С.В. Лазерная терапия в косметологии и дерматологии. М., 2010. 400 с.
3. ГОСТ Р 50723-94. Лазерная безопасность. Общие требования безопасности при разработке и эксплуатации лазерных изделий. М.: Изд-во стандартов, 1995. 34 с.
4. ГОСТ Р 12.4.230.1-2007. Средства индивидуальной защиты глаз. Общие технические требования. М.: Стандартинформ, 2007. 32 с.
5. ГОСТ Р 12.4.254-2010. Средства индивидуальной защиты глаз. Очки для защиты от лазерного излучения. Общие технические требования и методы испытания. М.: Изд-во стандартов, 2010. 24 с.
6. ГОСТ Р МЭК 60601-2-22-2008. Изделия медицинские электрические. Часть 2–22. Частные требования к безопасности при работе с хирургическим, косметическим, терапевтическим и диагностическим лазерным оборудованием. М.: Изд-во стандартов, 2009. 21 с.
7. ГОСТ Р МЭК 60825-1-2009. Безопасность лазерной аппаратуры. Ч. 1. Классификация оборудования, требования и руководство для потребителей. М.: Изд-во стандартов, 2010. 72 с.
8. Грушина Т.И. Реабилитация в онкологии: физиотерапия. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2006. 240 с.
9. Зырянов Б.Н., Евтушенко В.А., Кицманюк З.Д. Низкоинтенсивная лазерная терапия в онкологии. Томск: СТУ, 1998. 336 с.
10. Инструкция по применению установки физиотерапевтической лазерной УЛФ-1. М., 1983. 12 с.
11. Кларк А.М. Зрение и лазерное излучение // Элементы устройств квантовой электроники. М., 1976. С. 86–91.
12. Лопушан И.В. Влияние излучения гелий-неонового лазера на генеративную функцию и эмбриогенез: Автореф. дисс. ... к. м. н. Киев, 1981. 25 с.
13. Приезжев А.В., Тучин В.В., Шубочкин Л.П. Лазерная диагностика в биологии и медицине. М.: Наука, 1989. 240 с.
14. Приказ МЗ РФ от 19.05.92 № 162. О мерах по усилению контроля за разработкой и применением лазерной техники в медицине.
15. Приказ Минздравоохранения России №415н от 7 июля 2009 г. «Об утверждении Квалификационных требований к специалистам с высшим и послевузовским медицинским и фармацевтическим образованием в сфере здравоохранения».
16. СанПиН № 5804-91. Санитарные нормы и правила устройства и эксплуатации лазеров (Утв. главным государственным санитарным врачом СССР 31 июля 1991 г.). М., 1991. 42 с.
17. Санитарно-эпидемиологические требования к организациям, осуществляющим медицинскую деятельность (Утв. постановлением главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 18 мая 2010 г. № 58). М., 2010. 172 с.
18. Серов В.Н., Кожин А.А., Жуков В.В., Хусаинова И.С. Лазерная терапия в эндокринологической гинекологии. – Ростов-на-Дону: Изд-во Ростовского ун-та, 1988. – 120 с.
19. Серов В.Н., Силантьева Е.С., Ипатов М.В., Жаров Е.В. Безопасность физиотерапии у гинекологических больных // Акушерство и гинекология. 2007. № 3. С. 74–76.
20. Тимошенко Л.В., Лопушан И.В., Джэвбенава Г.Г. и др. Применение лучей лазера в акушерстве и гинекологии. Киев: Здоров'я, 1985. 128 с.
21. Федорова Т.А., Москвин С.В., Аполихина И.А. Лазерная терапия в акушерстве и гинекологии. – М.–Тверь: Триада, 2009. 352 с.
22. Экспериментальное обоснование предельно допустимых уровней прямого импульсного лазерного излучения для органа зрения: Методические рекомендации. Ленинград, 1988. 45 с.
23. Sliney D.H., Wolbarsht M.L. Safety with lasers and other optical radiation sources. New York: Plenum Press, 1980.
24. Smalley P.J. Laser safety: risks, hazards, and control measures // Laser Therapy. 2011, 20 (2). 95–106.

Поступила в редакцию 05.03.2012 г.

Для контактов: Москвин Сергей Владимирович  
E-mail: 7652612@mail.ru