

И.Г. Моторина<sup>1</sup>, В.В. Бенеманский<sup>2</sup>, Г.Г. Юшков<sup>2</sup>, Л.К. Куликов<sup>3</sup>, М.М. Расулов<sup>4</sup>,  
О.Г. Щукина<sup>2</sup>, Н.А. Малышкина<sup>2</sup>

**СРАВНИТЕЛЬНАЯ МОРФОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА РАНОЗАЖИВЛЯЮЩЕГО  
ДЕЙСТВИЯ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ НЕКОТОРЫХ ПРИЕМОМ СВЕТОЛЕЧЕНИЯ  
(ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ)**

<sup>1</sup> НУЗ «Дорожная клиническая больница на станции Иркутск-Пассажирский ОАО «РЖД», г. Иркутск

<sup>2</sup> ФГБОУ Ангарская государственная техническая академия, г. Ангарск

<sup>3</sup> Иркутская государственная медицинская академия последипломного образования, г. Иркутск

<sup>4</sup> ГНЦ РФ ФГУП ГНИИ ХТЭОС, г. Москва

*В статье приводятся данные об эффективности процессов заживления термической раны в условиях эксперимента на животных (кролики) с применением аппаратов светолечения: «Биоптрон», «Рикта», «Азор», ОКН-11М, БОП-4. Проведен анализ результатов морфологического и планиметрического исследований в сроке с 5 по 15 сутки после их нанесения. Полученный фактический материал позволил сделать заключение о целесообразности комбинирования физиотерапевтических приемов в лечении ран. Синхронизация процессов эпителизации и созревания грануляционной ткани позволила рекомендовать к назначению разные длины волн оптического диапазона в определенной последовательности, начиная от ультрафиолетовых лучей короткого, среднего диапазона, затем лазерного излучения инфракрасного, красного спектра, а также их сочетания, затем продолжить воздействие поляризованным светом через стандартные промежутки времени (курсами).*

**Ключевые слова:** хронические раны, физиотерапия, лечение

I.G. Motorina<sup>1</sup>, V.V. Benemanskiy<sup>2</sup>, G.G. Yushkov<sup>2</sup>, L.K. Kulikov<sup>3</sup>, M.M. Rasulov<sup>4</sup>,  
O.G. Shukina<sup>2</sup>, N.A. Malishkina<sup>2</sup>

**COMPARATIVE MORPHOLOGICAL EVALUATION OF THE EFFECTIVENESS OF SOME  
PRACTICES OF LIGHT THERAPY IN WOUND HEALING (EXPERIMENTAL TESTING)**

<sup>1</sup> Railways Clinical Hospital at the station Irkutsk-Passazhirskiy, Irkutsk

<sup>2</sup> Scientific Institute of Biophysics of Angarsk State Technical Academy, Angarsk

<sup>3</sup> Irkutsk State Medical Academy of Continuing Education, Irkutsk

<sup>4</sup> State Scientific Research Institute of Chemistry and Technology of Elementoorganic Compounds,  
Moscow

*The article provides information on the efficiency of thermal injury healing in animals (rabbits) under light therapy with «Bioptron», «Ricta», «Azor», ОКН-11М, БОП-4. An analysis has been done of the results of the morphological and planimetric research within 5–15 days after wounding. The factual data received have led to the conclusion that it is advisable to combine different physiotherapeutic practices in wound treatment. Synchronization of processes of an epitelization and maturing of granulyatsionny fabric allowed to recommend for appointment different lengths of waves of optical range in a certain sequence, beginning from ultra-violet beams of short, average range, then laser radiation of an infrared, red range, and also their combination, then to continue influence by the polarized light through standard periods (courses).*

**Key words:** chronic injuries, physiotherapy, treatment

Лечение ран, особенно длительно незаживающих, до сих пор остается одной из актуальнейших проблем хирургии и практической медицины в целом, объединяя в себе хирургические, консервативные и физиотерапевтические методы [3, 4, 6, 8]. Последние, с годами совершенствования технических характеристик, привлекают все большее внимание отчетливой эффективностью применения, что стимулирует работы по оценке получаемого эффекта и обоснованию механизмов ускорения заживления [9, 15]. Небезынтересными при этом остаются показатели структурных изменений в месте раневого повреждения как объективное свидетельство процессов заживления. Характерными морфологическими признаками перехода острого раневого воспаления в хронический являются миграция в рану мононуклеарных клеток с параллельным уменьшением гранулоцитарных [7], наличие в ране мозаично рассеянных

микроабсцессов, микрофлегмон и очагов некроза [4, 6], появление плазматических клеток Унны, которые практически не встречаются при нормальном течении заживления [5, 6]. Физиотерапевтические приемы могут в существенной степени влиять на морфодинамику поврежденных и регенерирующих тканей [12, 13, 15].

Сложность состоит еще и в том, что перечень современной физиотерапевтической аппаратуры весьма обширен, а показания к ее применению в значительной степени совпадают. Особенно это касается светолечебных методов, когда врач оказывается перед выбором спектра излучения, дозой воздействия и сроком начала воздействия на рану в процессе комплексного лечения. До настоящего времени не создана концепция физиотерапии длительно незаживающих ран, хотя в ряде случаев физиолечение в объеме лечебного пособия занимает ведущее место.

**Цель настоящего исследования** – сравнительная оценка ранозаживляющего эффекта светолечебных методов: ультрафиолетового диапазона (короткого и средневолнового), лазерного излучения (красного и инфракрасного спектра), поляризованного света в условиях моделирования хронической раны у лабораторных животных (кролики) для использования в формировании программы рационального физиолечения.

Исследования выполнены на 48 кроликах серой масти, массой  $3600 \pm 150$  г, выращенных в специализированном виварии НИИ биофизики АГТА (ветудостоверение 238 № 0018942) и находившихся в стандартных условиях содержания при свободном доступе к воде и корму. Рану наносили специальным прибором («аппарат для ожога тепловым излучением» Е.В. Гублера и М.И. Кочетыгова [1]), температура обжигающей поверхности на выбритую кожу боковой поверхности тела  $800^{\circ}$ , время контакта 3 сек., размер раны  $24 \text{ см}^2$ , наркоз тиопенталовый (2–4 мл 0,1%-го раствора внутривенно). На выполнение работ получено согласие локального этического комитета. Все работы проводились в полном соответствии с существующими требованиями [2, 10, 11, 14].

Лечение начинали с пятого дня после нанесения раны по схеме (табл. 1). Одновременно был использован интактный и позитивный контроль. Каждая группа была представлена шестью животными. Образцы тканей для морфологического исследования брали из пограничной области. Материал фиксировали в 10%-ном растворе нейтрального формалина,

проводили через спирты, заключали в парафин и воск, готовили срезы толщиной 5–7 мкм, окрашивали их гематоксилин-эозином и пикрофуксином по Ван Гизону. По качественным характеристикам оценивали ход воспалительного процесса: степень деструкции клеток в очаге воспаления, воспалительный отек, ростовую активность эпидермиса, направление коллагеновых волокон, наличие плазматических клеток, фибробластов и документировали микроснимками.

Планиметрическое исследование проводилось по методу О.А. Навакатиняна (Фенчин К.М., 1979), с целью определения площади и скорости уменьшения плоскостных ран, измеряли площадь раны [3].

Снятие показателей проводилось по двум точкам: до начала лечения (непосредственно перед началом) и в день окончания. Продолжительность терапии с использованием любого из приемов – 10 дней.

После моделирования раны в эпидермисе и дерме на пятые сутки регистрировались деструктивные процессы с воспалительным отеком. Поверхность раны была покрыта гнойно-некротическими массами. Базальная поверхность эпидермиса выглядела сглаженной, набухание проявлялось и в клетках волосяных фолликулов и сальных желез, коллагеновые волокна с явлениями отека и разрушения. В дерме – полнокровие капилляров с краевым стоянием лейкоцитов с преобладанием нейтрофилов (до 80%), которые мигрировали в ткань, образуя очаговые скопления и микроабсцессы. На периферии зоны воспаления зачатки формирования грануляционной ткани.

Таблица 1

Методические приемы физиолечения ран в условиях эксперимента

Группа	Тип аппарата	Оптический диапазон	Длина волны (Нм)	Режим	Мощность излучения (Вт)	Расстояние от торца излучателя до раны (см)	Методики по 10 сеансов (мин)
1	Биоптрон Компакт	Поляризованный свет	480–3400	непрерывный	20	5	1 – 5 мин 2 – 6 мин 3 – 7 мин 4 – 8 мин 5 – 9 мин 6–10 – 10 мин
2	Рикта 04/4	Инфракрасный Спектр	890–960	импульсный	40	1	Чередовать через день 1000 Гц – 5 мин Переменная частота – 5 мин
3	Рикта04/4	Инфракрасный	890–960	импульсный	40Вт	1	Переменная частота – 2 мин
	Азор-2К-02	Красный спектры	630	непрерывный	30мВт	1	Переменная частота – 2 мин
4	Азор-2К-02	Красный спектр	630	непрерывный	30мВт	1	Переменная частота – 2 мин
5	ОКН-11М Лампа ДРТ 240-1	Ультрафиолетовый спектр (В) средневолновой	240–320	непрерывный	100Вт	75	1 – ½ биодоза 2 – 1 биодоза 3 – 1 ½ 4 – 2 биодозы 5–10 – 2 биодозы
6	БОП-4 Лампа ВРМ	Ультрафиолетовый спектр (С) коротковолновой	180–280	непрерывный	140Вт	12	Через день 1 – 4 биодозы 2 – 4 биодозы 3 – 4 биодозы 4 – 5 биодоз 5 – 6 биодоз

Воспалительный отек и лейкоцитарная инфильтрация распространялись в дерму на большую глубину.

При спонтанном заживлении (без лечения) в группе контроля на 10-е сутки образовался выраженный бесструктурный струп, отграниченный от дермы пластом гистиолейкоцитарных клеток и некротическими массами с краевым вялотекущим ростом эпидермиса. В дерме сохранялись очаги скопления нейтрофилов с появлением плазматических клеток. По периферии зоны воспаления видны редкие очаги грануляционной ткани с небольшим количеством микроабсцессов. Сосочки и гребешки сглажены, коллагеновые волокна отечны, расположены хаотично. Волосные фолликулы и сальные железы в состоянии выраженных дегенеративных изменений. Таким образом, спонтанное заживление ДНР развивалось относительно медленно.

При лечении ран у экспериментальных животных фототерапевтическими аппаратами, выраженных отличий состояния раневой поверхности не выявлено. У животных всех подопытных групп отмечалось уменьшение площади раны, формирование рубца, образование струпа, состоящего из поврежденного эпидермиса и клеток воспаления, но степень выраженности этих процессов варьировала в зависимости от проведенной терапии.

В группе 1 (лечение аппаратом «Биоптрон») на десятые сутки наблюдения отмечен малодифференцированный струп, отграниченный от дермы гистиолейкоцитарным инфильтратом, состоящим на 70 % из нейтрофилов, 30 % из лимфоцитов и макрофагов. По краям раны умеренная пролиферация эпидермиса. Воспалительный отек в дерме уменьшился, хотя видны концентрические вакуоли средних размеров (с гиалиноподобным содержимым). В сосочковой зоне дермы коллагеновые волокна были расположены беспорядочно и рыхло. Вблизи раны волосные фолликулы и сальные железы восстановили характерную структуру. Таким образом, особенности раневого процесса в условиях лечения аппаратом «Биоптрон» заключались в снижении воспалительного отека, уменьшении миграции в очаг лейкоцитов и увеличении количества макрофагов. Однако энергии поляризованного света оказалось недостаточно для купирования процессов деструкции тканевых структур, что проявилось в сохранении выраженного гистиолейкоцитарного инфильтрата, наличия вакуолей, плазматических клеток.

В группе 2 (лечение аппаратом «Рикта») на десятые сутки отмечалась более тонкая полоска струпа, под которым располагался лейкоцитарный вал, состоящий на 50 % из нейтрофилов, лимфоцитов. По краям раны активно пролиферирующие клетки эпидермиса с направлением к центру. На отдельных участках утолщенного эпидермиса сохранился выраженный воспалительный отек с наличием разнокалиберных, в том числе гигантских концентрических вакуолей, стенки которых представлены тонкими цитоплазматическими мембранами и собственно сжатыми тканями. В дне раны формирующаяся отечная грануляционная ткань, представленная интенсивным новообразованием капилляров, окруженных фибро-

бластами, нейтрофилами, плазматическими клетками. Вакуоли в дерме меньших размеров, чем при лечении лампой «Биоптрон» и в меньшем количестве в виде отдельных элементов. Коллагеновые волокна расположены более упорядоченно. Вблизи раны волосные фолликулы и сальные железы восстановили свою структуру. Таким образом, особенности раневого процесса в условиях лечения инфракрасным спектром лазерного излучения заключались в долго сохраняющемся воспалительном отеке и продолжающейся миграции в очаг воспаления лейкоцитов, в том числе нейтрофилов. Это произошло по-видимому из-за более глубокого (50–60 мм) проникновения квантовых лучей в ткани, вызывающих нарушение термодинамического равновесия в клетках с высвобождением ионов кальция из внутриклеточных депо, которые привели к вторичным эффектам в виде усиленного отека с параллельной активацией репаративных процессов в виде роста грануляционной ткани, пролиферации эпидермиса.

У животных третьей группы (лечение аппаратами «Рикта» и «Азор») отмечалась еще более тонкая полоска струпа, чем у второй группы, под которой находилась хорошо выраженная эпидермальная пластинка с сосочками и гребешками. Лейкоцитарная инфильтрация под эпидермисом практически отсутствовала, в ней отмечено преобладание мононуклеарных лейкоцитов и макрофагов с немногочисленным представительством нейтрофилов – до 15 %, что позволило предположить о завершении лейкоцитарной фазы воспаления при данном варианте лечения. Дерма менее отечна, хорошо васкуляризирована с наличием полнокровных капилляров, встречались единичные концентрические вакуоли небольших размеров. Коллагеновые волокна на всем протяжении раны имели упорядоченное, плотное расположение. В сосочковой зоне дермы регистрировались единичные скопления плазматических клеток, фибробластов, макрофагов. Сосочковый и сетчатый слои хорошо различимы. На участке кожи вблизи раны волосные фолликулы и сальные железы восстановили свою структуру. Таким образом, при данном типе лечения процесс заживления интенсифицировался, все его фазы прошли значительно быстрее. Этот способ объединил два спектра излучения: инфракрасный, проникающий в ткани на 50–60 мм, и красный – на 5–6 мм, позволяющий воздействовать на раневую поверхность и в глубине. Это, по-видимому, ускорило завершение лейкоцитарной фазы воспаления и активизировало репаративные процессы в ране. Морфологическая картина соответствовала фибробластической фазе воспаления и активной эпителизации раневой поверхности.

Раневая поверхность кожи кроликов четвертой группы через 10 дней лечения аппаратом «Азор» на снимках представлена умеренно выраженной полоской струпа, под которой видна эпидермальная пластинка с регенераторной реакцией, направленной к центру раны. Эпидермис пролиферировал слабее, чем у животных третьей группы, но образовывал небольшие гребешки. Лейкоцитарный вал был выражен очень слабо, представлен нейтрофилами до

Таблица 2

Динамика сокращения раневой поверхности в разных условиях эксперимента

	Спонтанное заживление		1 группа Биопротрон		2 группа Рикта		3 группа Рикта + Азор		4 группа Азор		5 группа ОКН-11М		6 группа БОП-4	
	S, см <sup>2</sup>	Y <sub>t</sub> %	S, см <sup>2</sup>	Y <sub>t</sub> %	S, см <sup>2</sup>	Y <sub>t</sub> %	S, см <sup>2</sup>	Y <sub>t</sub> %	S, см <sup>2</sup>	Y <sub>t</sub> %	S, см <sup>2</sup>	Y <sub>t</sub> %	S, см <sup>2</sup>	Y <sub>t</sub> %
до лечения	21,4	0	21,3	0	21,3	0	21,6	0	21,6	0	21,5	0	21,6	0
5-е сутки	21,7	0	21,4	0	21,5	0	21,9	0	21,7	0	21,7	0	21,8	0
15-е сутки	21,3	1,84	20,7	3,27	18,6	13,4	20,2	7,76	19,8	8,75	20,7	4,6	21,1	3,21

20 %, грануляционная ткань в дне раны с умеренной пролиферацией капилляров. Отечность эпидермиса и дермы незначительная: концентрические вакуоли в эпидермисе не встречались, а в дерме – в единичном количестве мелкого размера, окруженные лейкоцитами, фибробластами. Коллагеновые волокна дермы были расположены местами однонаправленно, местами рыхло. Плазматические клетки в данном случае расположились диффузно и не образовывали очагов скопления. Таким образом, фотобиоактивация красным спектром излучения менее выражена, чем при сочетании с инфракрасным диапазоном световых волн. Морфологическая картина также соответствовала фибробластической фазе воспаления.

При лечении животных пятой группы средневолновым ультрафиолетовым спектром излучения (аппарат ОКН-11М), проникающим на незначительную глубину (1–2 мм), получена широкая плотная полоска струпа, отграниченная от дермы выраженной гистиолейкоцитарной прослойкой, представленной нейтрофилами (30 %) и макрофагами. Имелась краевая пролиферация эпидермиса, больше направленного вглубь, а не к центру раны, с образованием высоких гребешков и сосочков, что позволяет думать об организации грубой рубцовой ткани. Грануляционная ткань в дне раны была без признаков отека, концентрических вакуолей в эпидермисе и дерме не прослеживалось. Коллагеновые волокна дермы располагались местами компактно, местами рыхло. В сетчатой зоне отмечались единичные пролиферирующие капилляры, плазматические клетки и фибробласты, представленные небольшими скоплениями. На участке вблизи раны хорошо восстановили структуру волосяные фолликулы и сальные железы. Таким образом, отличительными чертами заживления раны в данном случае явилось отсутствие застойных явлений в сосудах раневого очага, отсутствие воспалительного отека. Но параллельно, благодаря этому, началось формирование грубой рубцовой ткани. Между тем, выраженное антибактериальное действие ультрафиолетового излучения позволило уменьшить образование гнойно-некротических масс, микроабсцессов, несмотря на выраженный гистиолейкоцитарный вал, который может быть следствием не только раневого процесса, а также явлением фотодеструкции.

В группе 6 (лечение аппаратом БОП-4), процесс эпителизации проходил более равномерно, чем в группе 5. На 10-е сутки рана была покрыта плотным, но более тонким струпом, чем у животных 5 группы, лейкоцитарный вал менее выражен, представлен

нейтрофилами (20 %), макрофагами. Эпидермис подрастал от края к центру с образованием гребешков и сосочков. Дно раны было заполнено грануляционной тканью. Отека эпидермиса и дермы практически не было, концентрические вакуоли отсутствовали. В дерме коллагеновые волокна располагались в большей степени рыхло, чем в 5 группе, хотя прослеживалось удовлетворительное различие между сосочковым и сетчатым слоями дермы с умеренной пролиферацией капилляров. Плазматические клетки и фибробласты располагались рассеянно. Производные кожи вблизи раны соответствовали контролю. Таким образом, благодаря наиболее выраженному антибактериальному эффекту коротковолнового ультрафиолетового излучения и в то же время наиболее поверхностному, мы констатировали отсутствие выраженного отека тканей, микроабсцессов, клеточной инфильтрации.

Планиметрическое исследование отразило динамику заживления ран при лечении различными аппаратами фототерапии. Полученные данные отражены в таблице 2. По каждой серии эксперимента приведены два показателя: площадь раневой поверхности (S, см<sup>2</sup>) и % сокращения площади раны (Y<sub>t</sub>, %) на 10-е сутки лечения.

Из представленных данных видно, что спонтанное заживление раны проходило медленно, динамика сокращения площади составила 1,84 %. Использование методов светолечения ускорило процесс регенерации, но в динамике имелись отличия: наибольший эффект получен при лечении инфракрасным спектром лазерного излучения (аппарат «Рикта», группа 2), где сокращение раневой поверхности составило 13,4 %. Также хороший результат получен при лечении красным спектром лазерного излучения (аппарат «Азор-2К», группа 4), где сокращение раны в целом произошло на 8,75 %, при сочетании использовании двух спектров лазерного излучения заживление зафиксировано на 7,76 %. При лечении поляризованным светом (лампа «Биопротрон», группа 1), регенерация составила всего 3,27 %, ультрафиолетовым излучением (группы 5 и 6) соответственно 4,6 % и 3,21 %.

Таким образом:

1. По данным планиметрических исследований наиболее эффективным способом физиолечения в условиях эксперимента следует считать методы квантовой терапии инфракрасного диапазона, красного спектра, а также их сочетание.

2. По данным морфологического исследования наиболее эффективным оказалось применение лазер-

ного излучения инфракрасного, красного диапазона и их сочетание, о чем свидетельствует синхронизация процесса эпителизации и созревание грануляционной ткани.

3. Разные длины волн оптического диапазона предположительно можно выстроить в ряд и рекомендовать к назначению при лечении длительно незаживающих ран (при невозможности аутодермопластики и других видов хирургической коррекции) в определенной последовательности, начиная от ультрафиолетовых лучей короткого, среднего диапазона, затем лазерного излучения инфракрасного, красного спектра, а также их сочетания, затем продолжить воздействие поляризованным светом через стандартные промежутки времени (курсами).

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Андреев С.В. Моделирование заболеваний. – М.: Медицина, 1973. – С. 65.
2. ГОСТ 53434-2009 от 02.12.2009 г. «Принципы лабораторной практики GLP».
3. Казанков С.С. Лечение длительно незаживающих ран терпенсодержащим препаратом Антиран в сочетании с ультразвуковой кавитацией : автореф. дис. ... канд. мед. наук. – Иркутск, 2011. – 22 с.
4. Коган А.С., Куликов Л.К., Морозов С.А. Длительно незаживающие раны. – Иркутск: Изд-во Иркут. ун-та, 1988. – 88 с.
5. Кузин М.И., Костюченко Б.М. Раны и раневая инфекция. – М.: Медицина, 1990. – С. 221.
6. Куликов Л.К. Сочетанное применение пролонгированного протеолиза и хирургических методов при лечении длительно незаживающих ран : автореф. дисс. ... канд. мед. наук. – Омск, 1984. – 22 с.
7. Маянский Д.Н. Хроническое воспаление. – М.: Медицина, 1991. – 272 с.
8. Оболенский В.Н., Родоман Г.В., Никитин В.Г., Карев Н.А. Трофические язвы нижних конечностей – обзор проблемы // Русский медицинский журнал. – 2009. – № 25. – С. 1647–1650.
9. Пономаренко Г.Н. Применение полихроматического поляризованного некогерентного излучения аппаратов «Биоптрон» в комплексном лечении больных с ранами, трофическими язвами, ожогами и пролежнями // Физиотерапевт. – 2010. – № 7. – С. 48–59.
10. Приказ № 708н от 23.08.2010 г. «Об утверждении правил лабораторной практики».
11. Приложение к приказу Минздрава СССР № 755 от 12.08.1977. Правила проведения работ с использованием экспериментальных животных.
12. Пузырева Г.А., Фролков В.К., Боровицкий И.П. Метаболические механизмы репаративного действия металлозависимого спектрального светового потока лампы с полым катодом // Вопросы курортологии. – 2010. – № 3. – С. 7–10.
13. Сосин И.Н., Кариев М.Х. Физиотерапия в хирургии, травматологии и нейрохирургии. – Ташкент: Изд-во полигр. об-ние им. Ибн-Сино, 1994. – С. 155–161.

14. Хабриев Р.У. Руководство по экспериментальному (доклиническому) изучению новых фармакологических веществ. – М.: Медицина, 2005. – С. 41–53.

15. Шарипова М.М., Воронова С.Н., Рукин Е.М., Волмянко А.М. Сравнительная оценка ранозаживляющих эффектов при использовании аппаратов «Биоптрон», «Минитаг», «Орион+» и ламп полого катода // Вопросы курортологии. – 2011. – № 4. – С. 42–45.

#### REFERENCES

1. Andreev S.V. Modelling of diseases. – M.: Medicina, 1973. – S. 65.
2. Federal Standart 53434-2009 ot 02.12.2009. «Principles of laboratory practice of GLP».
3. Kazankov S.S. Treatment of durably incurable wounds with terpene-containing preparation Antiran in combination with ultrasound cavitation: avtoref. dis. ... kand. med. nauk. – Irkutsk, 2011. – 22 s.
4. Kogan A.S., Kulikov L.K., Morozov S.A. Durably incurable wounds. – Irkutsk: Izd-vo Irkut. un-ta, 1988. – 88 s.
5. Kuzin M.I., Kostjuchenok B.M. Wounds and wound infection. – M.: Medicina, 1990. – S. 221.
6. Kulikov L.K. Combined use of prolonged proteolysis and surgical methods at the treatment of durably incurable wounds: avtoref. diss. ... kand. med. nauk. – Omsk, 1984. – 22 s.
7. Majanskij D.N. Chronical inflammation. – M.: Medicina, 1991. – 272 s.
8. Obolenskij V.N., Rodoman G.V., Nikitin V.G., Karev N.A. Trophic ulcers of lower extremities – review of the problem // Russkij medicinskij zhurnal. – 2009. – № 25. – S. 1647–1650.
9. Ponomarenko G.N. Using polychromatic polarized incoherent radiation of «Bioptron» apparats in complex treatment of patients with wounds, trophic ulcers, burns and bedsores // Fizioterapevt. – 2010. – № 7. – S. 48–59.
10. Order № 708n from 23.08.2010 «About approval of rules of laboratory practice».
11. Addendum to the order of Ministry of public health servise of USSR № 755 from 12.08.1977. Rules of working with use of experimental animals.
12. Puzyreva G.A., Frolkov V.K., Borovickij I.P. Metabolic mechanisms of reparative effect of metal-dependant spectral luminous flux of a lamp with hollow cathode // Voprosy kurortologii. – 2010. – № 3. – S. 7–10.
13. Sosin I.N., Kariiev M.H. Physiotherapy in surgery, traumatology and neurosurgery. – Tashkent: Izd-poligr. ob-nie im. Ibn-Sino, 1994. – S. 155–161.
14. Habriev R.U. Guideline on the experimental (preclinical) study of new pharmacological substances. – M.: Medicina, 2005. – S. 41–53.
15. Sharipova M.M., Voronova S.N., Rukin E.M., Volmjanko A.M. Comparative evaluation of wound-healing effects at the using of «Bioptron», «Minitag», «Orion+» apparats and lamps with hollow cathodes // Voprosy kurortologii. – 2011. – № 4. – S. 42–45.

**Сведения об авторах**

**Моторина Ирина Геннадьевна** – кандидат медицинских наук, врач-физиотерапевт НУЗ «Дорожная клиническая больница на станции Иркутск-Пассажирский ОАО «РЖД» (664005, г. Иркутск, ул. Боткина, 5; тел.: 8 (3952) 63-81-34)

**Бенеманский Виктор Викторович** – доктор медицинских наук, профессор, ведущий научный сотрудник НИИ биофизики ФГБОУ ВПО «Ангарская государственная техническая академия» (665830, Иркутская область, г. Ангарск, ул. Партизанская, д. 2, а/я 4380; тел.: 8 (3955) 95-70-68).

**Юшков Геннадий Георгиевич** – кандидат медицинских наук, профессор кафедры экологии и безопасности деятельности человека ФГБОУ ВПО «Ангарская государственная техническая академия»

**Расулов Максуд Мухамеджанович** – доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой адаптивной физической культуры ГБОУ ВПО «Московский городской педагогический университет»

**Куликов Леонид Константинович** – доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой хирургии ГБОУ ДПО «Иркутская государственная медицинская академия последипломного образования»

**Щукина Ольга Геннадьевна** – исследователь отдела токсикологии и биофизики ФГБОУ ВПО «Ангарская государственная техническая академия»

**Малышкина Наталья Александровна** – старший преподаватель кафедры экологии и безопасности деятельности человека ФГБОУ ВПО «Ангарская государственная техническая академия»

**Information about the authors**

**Motorina Irina Gennadjevna** – candidate of medical sciences, physiotherapist of Railways Clinical Hospital at the station Irkutsk-Passazhirskiy (Irkutsk, Botkina str., 5, 664005; tel.: 8 (3952) 63-81-34)

**Benemanskiy Victor Victorovich** – doctor of medical sciences, MD, professor, chief scientific officer of Scientific Institute of Biophysics of Angarsk State Technical Academy (Irkutsk region, Angars, Partizanskaya str., 2, P.O.B. 4380, 665830; tel.: 8 (3955) 95-70-68)

**Yushkov Gennadiy Georgievich** – candidate of medical sciences, professor of the department of ecology and humal life activity safety of Angarst State Technical Academy

**Rasulov Maksud Mukhamedzhanovich** – doctor of medical sciences, MD, professor, head of the department of adaptive physical culture of Moscow City Pedagogical University

**Kulikov Leonid Konstantinovich** – doctor of medical sciences, MD, professor, head of the department of surgery of Irkutsk State Medical Academy of Continuing Education

**Shchukina Olga Gennadjevna** – researcher of the department of toxicology and biophysics of Angarsk State Technical Academy

**Malychkina Natalia Aleksandrovna** – senior lecturer of the department of ecology and humal life activity safety of Angarst State Technical Academy