

Калмыков Р.В.¹, Каменских Т.Г.¹, Райгородский Ю.М.²

Использование лазерного спекл-поля в лечении синдрома «сухого глаза» у работников цементного производства

¹ГБОУ ВПО Саратовский ГМУ им. В.И. Разумовского Минздрава России, 410054, Саратов, ул. Хользунова, 19; ²ООО «ТРИМА», 410033, Саратов

Было проведено обследование и лечение 60 работников цементного производства (120 глаз) с синдромом «сухого глаза» на фоне дисфункции мейбомиевых желез. Основная группа (35 человек) получала стандартное лечение (слезозамещение и терапевтическую гигиену век), а также физиотерапевтическое воздействие спекл-полем лазера с длиной волны 650 нм. Пациенты контрольной группы (25 человек) получали медикаментозное лечение по стандартной схеме. Эффективность лечения пациентов основной и контрольной групп оценивалась на основании динамики субъективных и объективных симптомов по интегральному показателю субъективного дискомфорта и результатов функциональных проб (времени разрыва слезной пленки, компрессионного теста и показателя ксероза конъюнктивы и роговицы). В результате применения лазерного спекл-поля в лечении синдрома «сухого глаза» на фоне дисфункции мейбомиевых желез в 3 раза ускоряются процессы эпителизации и регенерации тканей глаза, восстанавливается работоспособность мейбомиевых желез, достигается скорейшее снижение субъективного дискомфорта и улучшение показателей функциональных проб по сравнению со стандартным методом лечения.

Ключевые слова: лазерное спекл-поле; синдром «сухого глаза»; дисфункция мейбомиевых желез.

Kalmykova R.V.¹, Kamenskikh E.G.¹, Raigorodsky Yu.M.²

THE APPLICATION OF THE LASER SPECKLE FIELD FOR THE TREATMENT OF “DRY EYE” SYNDROME IN THE EMPLOYEES ENGAGED IN CEMENT PRODUCTION

¹Federal state budgetary educational institution of higher professional education V.I. Razumovsky Saratov State Medical University, ul. Khol'zunova 19, 410054, Saratov, Russia; ²Trima Ltd., ul. Panfilova 2, 410033, Saratov, Russia

The present study was designed to examine and treat 60 employees engaged in cement production presenting with “dry eye” syndrome (120 eyes) and concomitant dysfunction of meibomian glands. The patients of the study group ($n = 35$) were given the standard treatment with tear-substituting agents and therapeutic eyelid hygiene in the combination with physiotherapy by the application of the laser speckle field with a wave length of 650 nm. The patients of the control group ($n = 25$) received standard medicinal therapy. The effectiveness of the treatment in either group was evaluated from dynamics of subjective and objective symptoms based on the integral index of subjective discomfort and the results of the functional tests (time of the tear film rupture, compression test, and parameters of conjunctival and corneal xerosis). The study has demonstrated that the application of the laser speckle field for the treatment of “dry eye” syndrome and concomitant dysfunction of meibomian glands causes the three-fold acceleration of the processes of epithelization and regeneration of the eye tissues. Moreover, it restores the function of meibomian glands, promotes the reduction of subjective discomfort, and improves the results of the functional tests in comparison with the standard treatment.

Key words: laser speckle field; “dry eye” syndrome; dysfunction of meibomian glands.

Введение

На протяжении последних лет не ослабевает интерес отечественных и зарубежных офтальмологов к проблеме диагностики и лечения синдрома «сухого глаза» (ССГ). В конце прошлого века распространенность этой патологии среди населения развитых стран мира колебалась в пределах 8,2—17% [1]. В начале XXI века в мире около четверти амбулаторных больных офтальмологического профиля предъявляют жалобы, характерные для этого заболевания [2]. В РФ среди пациентов офтальмологического профиля ССГ в настоящее время встречается в 45% случаев, притом у людей моложе 50 лет — в 12%,

а старше 50 лет — в 67% случаев [3]. Социальная значимость ССГ определяется не только его высокой распространенностью во всех странах мира, но и присутствием выраженного дискомфорта, снижающего работоспособность и качество жизни, недостаточной эффективностью терапии и расходами на медицинскую реабилитацию.

Известно, что ССГ часто сочетается с воспалительной формой заболевания на фоне дисфункции мейбомиевых желез (ДМЖ) и хронического мейбомиевого блефарита различной этиологии (бактериальной, хламидийной, демодекозной, дисгормональной) [4]. Большинство авторов считают, что около 90% пациентов с ССГ страдает ДМЖ, следовательно, липидодефицитной формой ССГ [5, 6]. Встречаемость блефаритов у пациентов офтальмологического профиля в России составляет около 15—20% [7].

Для корреспонденции: Калмыков Роман Валерьевич; e-mail: kalmykovroman@yandex.ru.

For correspondence: Kalmykov Roman Valer'evich; e-mail: kalmykovroman@yandex.ru.

В рамках проведенного исследования была изучена структура офтальмопатологии работников цементного производства, а также жителей, проживающих в непосредственной близости к цементному заводу на территории г. Вольска Саратовской области. В результате было выявлено преобладание пациентов с ССГ на фоне ДМЖ (хронического блефарита) [8]. Предприятие «Вольскцемент», работающее с 1897 г., является градообразующим. Его следует считать основой социально-экономического развития города и одним из основных источников негативного комплексного воздействия на окружающую среду (добыча полезных ископаемых, преобразование рельефа, шум, вибрация, тепловое излучение, пылевые выбросы и пр.). Предприятие вносит основной вклад в суммарный выброс загрязняющих веществ в атмосферу от стационарных источников (82,7%) [9]. Наибольшая запыленность территории города наблюдается в пределах промышленной зоны завода, а также на участках, непосредственно прилегающих к ней. Средняя скорость выпадения пыли на данных участках достигает 0,29 г/м² в сутки [10], концентрация цементной пыли в атмосферном воздухе — от 2 до 3 предельно-допустимых концентраций (ПДК) [11]. Источниками пыли, как правило, являются печи для обжига, клинкерные холодильники и цементные мельницы. При производстве цемента мокрым способом на каждую тонну обжигаемого клинкера из вращающихся печей выносятся с запыленными газами 5,3—7,3 т пыли с температурой 140—400°C, содержащей (даже при внутривспыльных пылеподавляющих устройствах) от 80 до 250 кг полуобожженной сырьевой шихты в виде дисперсной пыли [12]. Кроме того, мелкодисперсная пыль может распространяться в процессе хранения и погрузки, а также в процессе транспортировки готовой продукции [13].

Таким образом, условия труда работников, занятых в цементной промышленности, характеризуются сочетанием ряда неблагоприятных профессионально-производственных факторов, основным из которых является запыленность. В соответствии с этим, заболевания переднего отрезка глаза у работников цементного производства протекают тяжелее и требуют применения дополнительных методов лечения в сочетании со стандартными приемами. Подход к лечению ССГ должен быть комплексным, направленным не только на восполнение слезопродукции, но и на нормализацию работы мейбомиевых желез, эпителизацию микроэрозий роговицы, а также на максимальную стабилизацию слезной пленки от испарения. Подобный эффект может быть достигнут при использовании спекл-поля красного лазера в сочетании со слезозаменительной терапией, гигиеной век.

Современный биофизический подход рассматривает лазерное излучение, как воздействие его неоднородной структуры через ткани живого организма. Любая изначально однородная структура лазерного пучка рассеивается на биологических тканях и неизбежно трансформируется в спекл-структуру. Эта структура характеризуется наличием пространственного перепада мощности излучения (зернистость) на расстояниях, сравнимых с размерами клетки.

В спекл-поле градиент плотности мощности на три порядка больше, чем для некогерентного излучения, что вызывает возникновение локальных электрических полей (эффект Дембера) и обуславливает мощный стимулирующий эффект. Такое воздействие на клеточном уровне потенцирует проникновение биологически активных веществ сквозь мембраны клеток и клеточных органелл [14].

Понятно, что искусственно сформированное спекл-поле путем пропускания лазерного луча через специальный рассеиватель оказывается более структурированным и более биологически активным, особенно при воздействии на ткани переднего отрезка глаза.

Описанный механизм представляет патогенетически обусловленным с точки зрения воздействия на функцию мейбомиевых желез, а также слезных желез Краузе и Вольфринга.

Цель исследования — оценить эффективность применения лазерного спекл-поля красного диапазона длин волн в лечении ССГ на фоне ДМЖ у работников цементного производства.

Материал и методы

Для изучения эффективности предлагаемого способа была сформирована группа из 60 человек (120 глаз) с ССГ на фоне дисфункции мейбомиевых желез. Из них 28 женщин и 32 мужчины в возрасте от 40 до 60 лет. На момент включения в исследование у больных подтверждено отсутствие в конъюнктивной полости патогенной бактериальной флоры. Критерии включения: впервые выявленный ССГ, присутствие ДМЖ и хронического мейбомиевого блефарита, возрастная группа 40—60 лет, занятость в цементном производстве. Критерии исключения: форма ССГ, ассоциированная с синдромом Съегрена (в соответствии с этиопатогенетической классификацией ССГ) [15], демодекозный блефарит, состояние после офтальмохирургии, длительная инстилляционная терапия препаратами с наличием эпителиотоксичных консервантов. Пациенты методом рандомизации были разделены на 2 группы: основную и контрольную, равноценные по клиническим признакам.

В ходе исследования всем пациентам было проведено офтальмологическое обследование, включающее в себя визометрию, биомикроскопию век, бульбарной конъюнктивы и роговицы в экспонируемой зоне глазного яблока (по правилу S.C.G. Tseng, 1994), компрессионный тест по M.C. Norn в модификации D.R. Korb [16], а также определение стабильности слезной пленки с использованием 0,1% флюоресцеина натрия (проба Норна) [17]. Показатель ксероза конъюнктивы и роговицы (по методике O.P. Bijsterveld [18]; в баллах 9-балльной шкалы) при окрашивании лиссаминовым зеленым (HUB Pharmaceuticals, LLC, UE) рассчитывали при помощи традиционного визуального анализа.

Помимо традиционного офтальмологического обследования, проводили расчет интегрального показателя субъективного дискомфорта (по В.В. Бржескому, Е.Е. Сомову с изменениями) [3]. Всем пациентам была предложена анкета, призванная оценить показатели субъективного дискомфорта при ССГ по

десяти наиболее частым жалобам и характерным симптомам. Субъективные проявления дисфункции мейбомиевых желез и хронического блефарита (покраснение век, ощущение тяжести век, зуд век), а также ССГ (ощущение сухости, чувство «инородного тела») оценивали по 4-балльной шкале (0 — отсутствие симптома; 1 — наличие легких проявлений; 2 — умеренные проявления; 3 — выраженные проявления), а затем суммировали и усредняли.

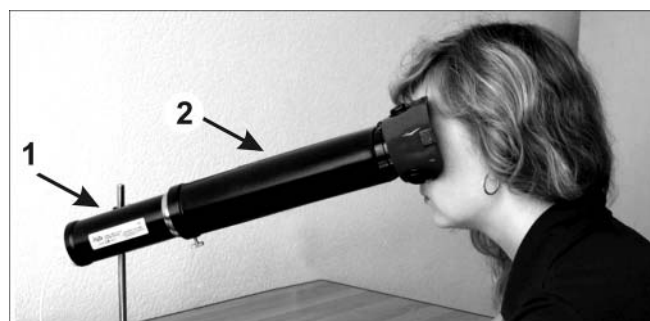
У пациентов с выявленным ССГ на фоне дисфункции мейбомиевых желез отмечались жалобы на чувство «песка», сухость, жжение, резь, ощущение инородного тела, флюктуирующее зрение, светобоязнь, слезотечение. Данные симптомы имели тенденцию к усилению при дополнительном воздействии ветра, а также в течение дня. Большинство пациентов предъявляли жалобы на плохую переносимость дыма и кондиционированного воздуха, а также на болевую реакцию при инстилляциях индифферентных капель.

У пациентов определялись незначительная гиперемия век, утолщение их краев, закупоренные мейбомиевые железы, наличие пенистого отделяемого. Со стороны конъюнктивы отмечалась разрыхленность, тенденция к образованию складок.

Функциональное состояние мейбомиевых желез оценивалось по результатам компрессионного теста [16]. Тест проводили при использовании щелевой лампы. Аккуратно сдавливая края нижних век пациентов, наблюдали за выделениями из выходных отверстий мейбомиевых желез. Тяжесть ДМЖ оценивалась в баллах. Функционирование мейбомиевых желез считали нормальным, если прозрачный секрет выделялся из не менее чем 75% выводных протоков (0 баллов). При легкой степени ДМЖ жидкость прозрачного или молочно-белого цвета выделялась не менее чем из 50% выходных отверстий желез (1 балл). При умеренной степени ДМЖ секрет мейбомиевых желез кремообразный, выделялся менее чем из 50% выходных отверстий (2 балла). При тяжелой степени ДМЖ секрет мейбомиевых желез густой, выделялся менее чем из 25% выходных отверстий (3 балла).

Основная группа (35 человек) получала лечение, включающее инстилляцию слезозамещающих капель «Систейн Баланс», терапевтическую гигиену краев век утром и вечером с «Блефарогелем-1», а также физиотерапевтическое воздействие спекл-полем лазера с длиной волны 650 нм. Пациенты контрольной группы (25 человек) получали только терапевтическую гигиену краев век и инстилляцию слезозамещающего препарата.

Стимуляция лазерным красным спекл-полем осуществлялась с помощью приставки «Рубин» к аппарату «АМО-АТОС» (ООО «ТРИМА», Саратов). Лазерную стимуляцию проводят с постепенным увеличением частоты модуляции и продолжительности процедуры. Курс лечения составляет 7—10 сеансов в зависимости от степени выраженности ССГ и дисфункции мейбомиевых желез, продолжительность сеанса — от 3 до 10 мин, частота модуляции находится в интервале 0,38—4,2 Гц, диаметр пятна спекл-поля 45 мм, плотность мощности излучения $0,1 \pm 0,03$ мВт/см².



Методика проведения процедуры облучения переднего отрезка глаз с помощью приставки «Рубин» лазерным спеклом.

- 1 — излучатель приставки «Рубин».
- 2 — расширяющийся тубус фиксации взгляда.

Облучение обоих глаз одновременно проводится с расстояния 35—40 см. При этом больной располагается сидя перед излучателем приставки «Рубин», а для фиксации взгляда используется расширяющийся тубус (см. рисунок).

Сеансы физиотерапевтического лечения на приставке «Рубин» проводят ежедневно после проведения утренней терапевтической гигиены краев век. Терапевтическая гигиена век проводится утром и вечером и включает круговой самомассаж век с препаратом «Блефарогель-1». Массаж век производят с целью опорожнения выводных протоков мейбомиевых желез от видоизмененного липидного секрета.

В качестве слезозаместительной терапии используется препарат «Систейн Баланс», восполняющий липидный слой слезной пленки при липодефицитной форме ССГ. Инстилляцию проводят по 1—2 капли 3—6 раз в день (частота зависела от времени возобновления дискомфорта). Терапевтическая гигиена век продолжается в течение месяца, инстилляцию слезозамещающего препарата «Систейн Баланс» проводят при возобновлении дискомфортных ощущений.

Все полученные результаты подвергали обработке методами вариационной статистики с вычислением среднего арифметического значения (M) и среднеквадратического отклонения (σ). Различия считали достоверными при $p < 0,05$.

Результаты и обсуждение

Сравнительная оценка динамики субъективных и объективных симптомов пациентов основной и контрольной групп по интегральному показателю субъективного дискомфорта и результатов функциональных проб (времени разрыва слезной пленки, компрессионного теста и показателя ксероза конъюнктивы и роговицы) представлена в таблице.

Из таблицы видно, что у пациентов основной группы, которые получали курс К-лазерной спекл-терапии в сочетании со стандартной терапией, было зафиксировано статистически достоверное уменьшение выраженности эпителиопатии тканей глазной поверхности при окрашивании лиссаминовым зеленым. Так показатель ксероза конъюнктивы и роговицы снизился на $3,0 \pm 0,2$ балла к 10-му дню от начала лечения и на $4,1 \pm 0,2$ балла к 30-му дню. В то время как у пациентов контрольной группы, получавших

Динамика клинико-функциональных показателей на фоне терапии пациентов с ССГ ($M \pm \sigma$)

Показатель	Основная группа			Контрольная группа		
	до лечения	через 10 дней	через 30 дней	до лечения	через 10 дней	через 30 дней
Субъективный дискомфорт, баллы	$2,5 \pm 0,2$	$1,0 \pm 0,1$	$0,8 \pm 0,2$	$2,6 \pm 0,3$	$2,2 \pm 0,2$	$1,5 \pm 0,3$
p_1		< 0,05	< 0,05		> 0,05	< 0,05
p_2		< 0,05	< 0,05			
Тест Норна, с	$5,4 \pm 0,2$	$8,8 \pm 0,3$	$10,1 \pm 0,2$	$5,8 \pm 0,4$	$6,8 \pm 0,3$	$7,4 \pm 0,1$
p_1		< 0,05	< 0,05		< 0,05	< 0,05
p_2		< 0,05	< 0,05			
Показатель ксероза конъюнктивы и роговицы, баллы	$6,1 \pm 0,4$	$2,8 \pm 0,2$	$2,0 \pm 0,2$	$6,2 \pm 0,3$	$4,7 \pm 0,2$	$4,1 \pm 0,2$
p_1		< 0,05	< 0,05		> 0,05	< 0,05
p_2		< 0,05	< 0,05			
Тяжесть ДМЖ, баллы	$1,8 \pm 0,1$	$1,2 \pm 0,1$	$0,8 \pm 0,1$	$1,7 \pm 0,1$	$1,6 \pm 0,1$	$1,2 \pm 0,1$
p_1		< 0,05	< 0,05		> 0,05	< 0,05
p_2		< 0,05	< 0,05			

Примечание. p_1 — достоверность отличия от состояния до лечения; p_2 — достоверность отличия основной группы от контрольной.

стандартное лечение, данный показатель на 10-й день снизился только на $1,5 \pm 0,2$ балла, а на 30-й день на $2,1 \pm 0,2$ балла. Это подтверждает наличие репаративного действия лазерного спекла на поверхность глаза. Также у пациентов основной группы к 10-му дню от начала лечения было зафиксировано статистически достоверное улучшение функционального состояния мейбомиевых желез по результатам компрессионного теста (уменьшение вязкости секрета, повышение его прозрачности и гомогенности) на $0,6 \pm 0,1$ балла. При биомикроскопии было отмечено снижение количества стенозированных и обтурированных протоков мейбомиевых желез, уменьшение гиперемии и утолщения краев век. У пациентов контрольной группы подобные изменения были зафиксированы только на 30-й день.

Статистически достоверное увеличение времени разрыва прероговичной слезной пленки у пациентов обеих групп было зафиксировано к 10-му дню от начала лечения (на $3,4 \pm 0,2$ с в основной группе и на $1,0 \pm 0,2$ с в контрольной). Это связано с улучшением функционального состояния мейбомиевых желез и восстановлением липидного слоя слезной пленки. У пациентов основной группы повышение стабильности слезной пленки было достоверно более выраженным, чем у пациентов контрольной группы.

Значительное улучшение показателей функциональных проб у пациентов основной группы коррелирует с уменьшением количества жалоб, что подтверждается статистически значимым снижением индекса субъективного дискомфорта на $1,5 \pm 0,2$ балла к 10-му дню от начала лечения. В то время как у пациентов контрольной группы статистически значимое снижение индекса субъективного дискомфорта было отмечено только к 30-му дню. Использование физиотерапевтического лечения у пациентов основной группы позволило сократить число инстилляций слезозаместителя, необходимых для

купирования признаков субъективного дискомфорта, до 3—4 раз в сутки, что на 2—3 инстилляций меньше, чем у пациентов контрольной группы.

Таким образом, действие лазерного спекл-поля красного диапазона длин волн активизирует работу мейбомиевых желез, что подтверждается статистически значимым снижением тяжести ДМЖ и увеличением времени разрыва слезной пленки. Кроме того, снижение индекса ксероза роговицы и конъюнктивы указывает на регенеративный эффект воздействия спекл-поля. Перечисленные изменения приводят к уменьшению субъективного дискомфорта и снижению частоты использования слезозамещающих препаратов.

Выводы

1. Запыленность атмосферного воздуха приводит к доминированию в структуре глазной патологии у работников цементного производства заболеваний переднего отрезка глаза, в частности ССГ и дисфункции мейбомиевых желез.

2. Применение лазерного спекл-поля с длиной волны 650 нм в лечении ССГ и дисфункции мейбомиевых желез позволяет ускорить процессы эпителизации роговицы и конъюнктивы, стимулировать работу мейбомиевых желез. Благодаря этому достигается более быстрое снижение субъективного дискомфорта и значительное улучшение показателей функциональных проб по сравнению со стандартными методами лечения.

3. Предложенный комбинированный фармако-физиотерапевтический метод может быть рекомендован к применению в лечебных учреждениях для лечения ССГ на фоне дисфункции мейбомиевых желез.

ЛИТЕРАТУРА

- Herrick R.S. A subjective approach to the treatment of dry eye syndrome. In: Sullivan D.A., ed. *Lacrimal gland, tear film and dry eye syndromes*. New York: Plenum Press; 1994: 571—6.

2. O'Brien P.D., Collum L.M.T. Dry eye: diagnosis and current treatment strategies. *Curr. Allergy Asthma Reports*. 2004; 4: 314—9.
3. Бржецкий В.В., Сомов Е.Е. *Роговично-конъюнктивальный ксероз (диагностика, клиника, лечение)*. 2-е изд. СПб.: Левша; 2003.
4. Еременко А.И., Янченко С.В. Эпидемиология синдрома «сухого глаза» у лиц пожилого возраста. *Вестник новых медицинских технологий*. 2009; 16 (1): 150—1.
5. Полунина Е.Г. Гигиена век при синдроме «сухого глаза» и блефаритах различного генеза. Available at: <http://www.blefarogel.ru>
6. Майчук Ю.Ф. *Блефариты. Современная лекарственная терапия. Краткое пособие для врачей*. М; 2013.
7. Полунин Г.С., Каспарова Е.А., Полунина Е.Г. Клиническая эффективность блефарогелей в профилактике и лечении блефаритов. *Новое в офтальмологии*. 2004; 1: 44—7.
8. Калмыков Р.В., Каменских Т.Г. Анализ эффективности медикаментозного лечения синдрома "сухого глаза" и хронического блефароконъюнктивита у работников цементного производства. *Катарактальная и рефракционная хирургия*. 2014; 14 (1): 32—7.
9. Доклад о состоянии и об охране окружающей среды Саратовской области в 2012 году. Available at: <http://saratov.gov.ru/government/structure/compresenvir/rep>.
10. Гейджер Д.Ф., Лазарева В.Ф., Решетников М.В., Шешнев А.С. Эколого-геохимические исследования почв и оценка запыленности на территории г. Вольска (в зоне влияния ОАО «Вольскцемент»). *Известия Саратовского университета*. 2011; 1: 51—7.
11. Кудин М.В. Экогеохимическая характеристика региона с развитой цементной промышленностью. *Саратовский научно-медицинский журнал*. 2011; 7 (1): 26—30.
12. Тимонин А.С. *Инженерно-экологический справочник*. Калуга: Изд-во Н. Бочкаревой; 2003. т. 1.
13. Отчет Holcim (Rus) о деятельности в области устойчивого развития за 2010—2011 гг. Available at: http://www.holcim.ru/fileadmin/templates/RUS/docs/Publications/2013_SDreport_Holcim_Rus_CM.pdf.
14. Попов А.Ю., Попова Н.А., Тюрин А.В. Физическая модель воздействия низкоинтенсивного лазерного излучения на биологические объекты. *Оптика и спектроскопия*. 2007; 103 (3): 502—8.
15. DEWS definition and classification, The ocular surface. 2007. Available at: <http://www.tearfilm.org/dewsreport/pdfs/TOS-0502-DEWS-noAds.pdf>.
16. Korb D.R. The tear film — its role today and in the future. In: *The tear film, structure, function and examination*. Butterworth-Heimann; 2002: 181—2.
17. Norn M.S. Desiccation of the precorneal film. I. Corneal wetting-time. *Arch. Ophthalmol*. 1969; 47 (4): 865—80.
18. van Bijsterveld O.P. Diagnostic tests in the sicca syndrome. *Arch. Ophthalmol*. 1969; 82: 10—4.
2. O'Brien P.D., Collum L.M.T. Dry eye: diagnosis and current treatment strategies. *Curr. Allergy Asthma Reports*. 2004; 4: 314—9.
3. Brzheskiy V.V., Somov E.E. *Corneo-conjunctival xerosis (diagnostics, clinic, treatment [Rogovichno-kon'yunktival'nyy kseroz (diagnostika, klinika, lechenie)]*. 2nd ed. St. Petersburg: Levsha; 2003 (in Russian).
4. Eryomenko A.I., Yanchenko S.V. Epidemiology of dry eye syndrome at persons of advanced age. *Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy*. 2009; 16 (1): 150—1 (in Russian).
5. Polunina E.G. Hygiene of blepharons at a dry eye syndrome and blepharites of various genesis. Available at: <http://www.blefarogel.ru> (in Russian).
6. Maychuk Yu.F. *Blepharites. The modern medicinal therapy. Short guide for doctors [Blefarity. Sovremennaya lekarstvennaya terapiya. Kratкое posobie dlya vrachey]*. Moscow; 2013 (in Russian).
7. Polunin G.S., Kasparova E.A., Polunina E.G. Clinical effectiveness blefarogely in prophylaxis and treatment of blepharites. *Novoe v oftal'mologii*. 2004; 1: 44—7 (in Russian).
8. Kalmykov R.V., Kamenskikh T.G. Analysis of efficiency of medicamentous treatment of dry eye syndrome and chronic blefarokontjunktivit of workers of the cement industry. *Kataraktal'naya i refraktsionnaya khirurgiya*. 2014; 14 (1): 32—7 (in Russian).
9. The report on a state and on environmental protection of the Saratov region in 2012. Available at: <http://saratov.gov.ru/government/structure/compresenvir/rep> (in Russian).
10. Geydzher D.F., Lazareva V.F., Reshetnikov M.V., Sheshnev A.S. Ekologo-geochemical researches of soils and dust content assessment in the territory of Volsk (in a zone of influence of JSC Volsktsement. *Izvestiya Saratovskogo universiteta*. 2011; 1: 51—7 (in Russian).
11. Kudin M.V. The ecogeochemical characteristic of the region with the developed cement industry. *Saratovskiy nauchno-meditsinskiy zhurnal*. 2011; 7 (1): 26—30 (in Russian).
12. Timonin A.S. *Engineering-ecological reference book [Inzhenerno-ekologicheskij spravochnik]*. Kaluga: Izd-vo N. Bochkarevoy; 2003. vol. 1 (in Russian).
13. The report of Holcim (Rus) on activity in the field of a sustainable development for 2010—2011. Available at: http://www.holcim.ru/fileadmin/templates/RUS/docs/Publications/2013_SDreport_Holcim_Rus_CM.pdf (in Russian).
14. Popov A.Yu., Popova N.A., Tyurin A.V. Physical model of the effect of low-intensity laser radiation on biological objects. *Optika i spektroskopiya*. 2007; 103 (3): 502—8 (in Russian).
15. DEWS definition and classification, the ocular surface. 2007. Available at: <http://www.tearfilm.org/dewsreport/pdfs/TOS-0502-DEWS-noAds.pdf>.
16. Korb D.R. The tear film — its role today and in the future. In: *The tear film, structure, function and examination*. Butterworth-Heimann, 2002: 181—2.
17. Norn M.S. Desiccation of the precorneal film. I. Corneal wetting-time. *Arch. Ophthalmol*. 1969; 47 (4): 865—80.
18. van Bijsterveld O.P. Diagnostic tests in the sicca syndrome. *Arch. Ophthalmol*. 1969; 82: 10—4.

REFERENCES

Поступила 16.06.14
Received 16.06.14