# ОСНОВНЫЕ ТРЕНДЫ ПОВЕДЕНЧЕСКИХ РИСКОВ, ОПАСНЫХ ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ

## В.Р. Кучма, С.Б. Соколова

### Национальный медицинский исследовательский центр здоровья детей, Россия, 119991, г. Москва, Ломоносовский проспект, 2, стр. 1

Анализ и систематизация данных, полученных в исследованиях «Поведение детей школьного возраста в отношении здоровья» (Health Behaviour in School-Aged Children – HBSC), выявили основные тренды поведенческих рисков, опасных для здоровья, среди российских школьников 11, 13 и 15 лет. Использовались данные международных отчетов обследований «Поведение детей школьного возраста в отношении здоровья» (HBSC) за 1993, 1997, 2001, 2005, 2009, 2013 г. Материалы исследования были подвергнуты статистической обработке с использованием методов непараметрического анализа. Сравнивалась распространенность факторов риска между 11, 13 и 15-летними, мальчиками и девочками; в динамике лет, с другими странами. Выявлены возрастные, гендерные особенности поведенческих факторов, влияющих на здоровье, распространенность их в динамике лет и в сравнении с зарубежными сверстниками. Многие рискованные формы поведения более распространены среди мальчиков. С 1993 г. можно отметить увеличение показателей, связанных с рискованным пове­дением среди российских девочек. За последнее десятилетие наметились положительные тенденции в распространенности поведенческих факторов риска. Однако, по сравнению со сверстниками из большинства зарубежных стран, российские подростки более негативно воспринимают школьную среду, чаще оценивают свое здоровье как плохое, меньше удовлетворены своей жизнью, реже употребляют фрукты, меньше уделяют внимания гигиене полости рта, ведут малоподвижный образ жизни; среди подростков младшей возрастной группы формы поведения, сопряженные с риском (табакокурение, употребление алкоголя, агрессивное поведение), более распространены. При создании программ по формированию здорового образа жизни следует учитывать возрастные, гендерные различия, тенденции в отношении поведен­ческих факторов риска, меняющиеся с течением времени, которые можно объективно оценить с помощью международного опросника «Поведение детей школьного возраста в отношении здоровья».

***Ключевые слова****: гигиена детей и подростков, поведенческий риск, непараметрический анализ, динамика лет, гендерное отличие, здоровый образ жизни, международный опросник.*

# НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ЛАБОРАТОРНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ХИМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ МАССОВЫХ МЕЖДУНАРОДНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ

## А.Ю. Попова1, Н.В. Зайцева2, Г.В. Карпущенко3

### 1Российская медицинская академия последипломного образования, Россия, 123995, г. Москва, ул. Баррикадная, 2/1 2Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения, Россия, 614045, г. Пермь, ул. Монастырская, 82 3Центр гигиены и эпидемиологии в Ростовской области, Россия, 344019, г. Ростов-на-Дону, 7-я линия, 67

Международные правовые акты, определяющие проведение на территории нашей страны различных массовых международных мероприятий, обязывают Российскую Федерацию обеспечить их безопасность, в том числе санитарно-эпидемиологическое благополучие гостей и участников данных событий. Одной из особенностей проведения массовых международных мероприятий является их высокая временная концентрация, что с гигиенической точки зрения обусловливает кратковременную экспозицию факторов среды обитания на гостей и участников данных событий. На сегодняшний день в нашей стране накоплен огромный опыт обеспечения гигиенической безопасности населения при проведении массовых международных мероприятий.

Целью настоящих научных исследований является определение приоритетных, структурированных по задачам направлений лабораторного и информационно-аналитического обеспечения деятельности органов Роспотребнадзора по решению проблем в области гигиенической безопасности массовых международных мероприятий на различных этапах их подготовки и проведения в зависимости от масштабности и социальной значимости

В настоящей статье определена актуальность разработки модели лабораторного обеспечения химической безопасности массовых международных событий с позиций оценки риска здоровью участников и гостей данных мероприятий на основе внедрения лабораторного контроля биомаркеров. Определены основные принципы государственной политики в сфере обеспечения гигиенической безопасности, причины формирования угроз и рисков здоровью населения во время проведения массовых международных мероприятий. В результате осуществления настоящего исследования выявлено целесообразное решение внедрения системы биоконтроля маркерных показателей воздействия тех или иных химических веществ на персонал, задействованный при подготовке к проведению массовых международных мероприятий.

**Ключевые слова:** международное мероприятие, массовое мероприятие, гигиеническая безопасность, лабораторное обеспечение, информационно-аналитическое обеспечение, санитарно-эпидемиологическое благополучие, государственное регулирование, безопасная среда обитания.

# МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К СРЕДНЕСРОЧНОМУ ПЛАНИРОВАНИЮ И ОЦЕНКЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕР ПО УПРАВЛЕНИЮ РИСКОМ ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ В МУНИЦИПАЛЬНОМ ОБРАЗОВАНИИ (НА ПРИМЕРЕ ПРОМЫШЛЕННО РАЗВИТОГО ГОРОДА)

## Ю.Я. Бармин1, В.Б. Гурвич2, С.В. Кузьмин3, О.В. Диконская4, О.Л. Малых4, Т.М. Цепилова2, А.А. Шевчик2, С.В. Ярушин2

### 1Территориальный отдел управления Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Свердловской области, Россия, 622036, Нижний Тагил, ул. Октябрьской революции, 86 2Екатеринбургский медицинский научный центр профилактики и охраны здоровья рабочих промпредприятий, Россия, 620014, Екатеринбург, ул. Попова, 30 3Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, Россия, 127994, Москва, Вадковский переулок, 18, стр. 5 и 7 4Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Свердловской области, Россия, 620078, Екатеринбург, пер. Отдельный, 3

В Свердловской области создана и успешно реализуется система мер по управлению рисками для здоровья населения от влияния факторов среды обитания, установленных на основе результатов социально-гигиенического мониторинга. Ежегодно на основе системного анализа и оценки риска обосновываются приоритетные задачи и меры для субъектов управления по обеспечению санитарно-эпидемиологического благополучия и управлению рисками для здоровья населения.

Система управления риском для здоровья населения в муниципальных образованиях является ключевым компонентом единой региональной системы обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия и охраны здоровья населения с учетом характерных особенностей санитарно-эпидемиологической ситуации в муниципальном образовании. Создание и развитие такой системы управления основано на единстве целей, задач и показателей оценки деятельности для всех субъектов управления риском, а также на использовании единой информационно-аналитической базы социально-гигиенического мониторинга, обеспечивающей адекватное управление рисками и угрозами для здоровья населения. В статье представлены методические подходы, основные результаты и опыт научно-практической работы по среднесрочному планированию и оценке эффективности мер по управлению риском для здоровья населения промышленно развитого города Свердловской области. Даны рекомендации и сформулированы задачи, решение которых необходимо для поддержки создания и развития муниципальных систем управления риском для здоровья населения. Показана экономическая и социальная эффективность реализации задач управления и перспективы внедрения экономических инструментов управления риском для здоровья населения по обоснованию и выбору мер, направленных на достижение приемлемого риска для здоровья населения в результате воздействия факторов среды обитания.

**Ключевые слова:** управление риском для здоровья населения, муниципальное образование, планирование, оценка эффективности, эпидемиологическое благополучие, социально-гигиенический мониторинг, охрана здоровья, Свердловская область.

# ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА РИСКА ЗДОРОВЬЮ НАСЕЛЕНИЯ ПРИ КОМБИНИРОВАННОМ ПЕРОРАЛЬНОМ ПОСТУПЛЕНИИ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ

## В.М. Боев, Е.А. Кряжева, Д.Н. Бегун, Е.Л. Борщук, Д.А. Кряжев

### Оренбургский государственный медицинский университет, Россия, 460000, г. Оренбург, ул. Советская, 6

Проблема комбинированного перорального поступления тяжелых металлов с питьевой водой и пищевыми продуктами в организм человека является актуальной. Это связано с контаминацией продуктов, с большой вероятностью миграции металлов в воду и растения из почвы, атмосферного воздуха и т.п. Целью научного исследования явилась гигиеническая оценка комбинированного перорального поступления тяжелых металлов с питьевой водой и продуктами питания с последующей оценкой риска для здоровья населения. В работе проанализированы многолетние данные о структуре, объеме потребления продуктов и проведена оценка экспозиции населения при комбинированном пероральном поступлении тяжелых металлов (ртуть, кадмий, мышьяк, свинец), содержащихся в питьевой воде и продуктах питания. Источник данных – региональный информационный фонд социально-гигиенического мониторинга, Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики. Осуществлен анализ продуктов как регионального происхождения, так и привозных. Установлено, что население области потребляет на 93 кг продуктов питания (на одного человека) больше, чем в среднем по России. Рассчитанные концентрации веществ в продуктах питания и в питьевой воде соответствуют гигиеническим требованиям. Первое ранговое место по вкладу в общее значение экспозиции свинцом, кадмием и мышьяком занимают молочные продукты. Второе и третье места занимают овощи и бахчевые и хлебные продукты соответственно. Первое ранговое место по вкладу в общее значение экспозиции ртутью занимают овощи и бахчевые, второе – хлебные продукты, третье – молочные продукты. Оценка неканцерогенного риска показала, что коэффициенты опасности от содержания тяжелых металлов в продуктах питания и питьевой воде в пределах приемлемого риска. Общий канцерогенный риск (TCR) находится на неприемлемом уровне для населения (1,5Е-03). Число дополнительных случаев онкологических заболеваний в регионе при наихудшем сценарии может достигать 557 случаев (в течение 70 лет).

**Ключевые слова:** продукты питания, питьевая вода, тяжелые металлы, оценка риска здоровью, неканцерогенный риск, онкологические заболевания, комбинированное действие, пероральное поступление.

# КАЧЕСТВО ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ: ФАКТОРЫ РИСКА ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ И ЭФФЕКТИВНОСТЬ КОНТРОЛЬНО-НАДЗОРНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ РОСПОТРЕБНАДЗОРА

## Н.В. Зайцева1,2,3, А.С. Сбоев4,С.В. Клейн1,2, С.А. Вековшинина1

### 1Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения, Россия, 614045, г. Пермь, ул. Монастырская, 82 2 Пермский государственный национальный исследовательский университет, Россия, 614990, г. Пермь, ул. Букирева, 15 3 Пермский государственный медицинский университет имени академика Е.А. Вагнера, Россия, 614000, г. Пермь, ул. Петропавловская, 26 4Информационно-методический центр, Россия, 117105, г. Москва, Варшавское шоссе, 19А

Рассматриваются проблемы качества питьевой воды централизованных систем водоснабжения, выделяются приоритетные факторы риска для здоровья населения и оценки эффективности контрольно-надзорной деятельности Роспотребнадзора в сфере питьевого водоснабжения населения Российской Федерации.

Установлено, что в рамках социально-гигиенического мониторинга на территориях субъектов РФ осуществляется контроль в основном за содержанием в питьевой воде веществ 3-го и 4-го класса опасности, в то время как за содержанием в питьевой воде веществ 1-го класса опасности наблюдают только в отдельных регионах РФ. Среди веществ 1-го класса опасности наиболее высокая доля проб с превышениями гигиенических нормативов наблюдается в отношении хлороформа, а также бромдихлорметана, трихлорэтилена, 1,2-дихлорэтана, дихлорметана, тетрахлорметана, тетрахлорэтилена и мышьяка.

Приоритетными факторами риска, вносящими наибольший вклад в формирование дополнительных случаев заболеваемости, ассоциированной с неудовлетворительным качеством воды системы централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения, являются: хлор и хлорорганические соединения, аммиак и содержащие аммоний-ион химические вещества, соединения железа, марганца, мышьяка, никеля, меди, а также микробиологическое загрязнение воды.

В среднем по РФ эффективность деятельности службы по критерию предотвращенных потерь валового регионального продукта, связанных с качеством питьевой воды, в 2018 г. составила 58,47 руб. на один рубль затрат. Самые высокие значения по данному показателю характерны для третьего кластера (60,62 руб. на один рубль затрат), самые низкие – для первого (40,71 руб. на один рубль затрат).

С учетом региональных особенностей и результатов типологизации территорий в регионах требуется разработка региональных планов действий, направленных на сохранение уже достигнутых уровней обеспеченности населения качественной питьевой водой, совершенствование механизмов контрольно-надзорной деятельности с широким применением риск-ориентированного подхода, ориентацию на достижение целевых показателей национальных проектов и федеральных программ.

**Ключевые слова:** водоснабжение, качество питьевой воды, факторы риска, эффективность, контрольно-надзорная деятельность, социально-гигиенический мониторинг.

# ОЦЕНКА РИСКА РАЗВИТИЯ ЗАБОЛЕВАНИЙ ОРГАНОВ ДЫХАНИЯ И КОМОРБИДНОЙ ПАТОЛОГИИ У ДЕТЕЙ В УСЛОВИЯХ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА ХИМИЧЕСКИМИ ВЕЩЕСТВАМИ ТЕХНОГЕННОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ (КОГОРТНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ)

## О.А. Маклакова1,2

### 1Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения, Россия, 614045, г. Пермь, ул. Монастырская, 82 2Пермский государственный национальный исследовательский университет, Россия, 614990, Пермь, ул. Букирева, 15

Проведено когортное исследование 114 детей, которые были разделены на три группы: группу наблюдения А составили 47 человек, проживающих в условиях загрязнения атмосферного воздуха бензолом, фенолом, формальдегидом и взвешенными частицами. Группу наблюдения В составили 45 человек, проживающих на территории с аэрогенным воздействием металлов (ванадий и марганец). Группу сравнения составили 22 ребенка с территории санитарно-гигиенического благополучия.

Установлено, что в условиях аэрогенного воздействия бензола, фенола, формальдегида и взвешенных веществ у 87,2 % детей в возрасте 4–6 лет встречался аллергический ринит, а у 2/3 детей с болезнями органов дыхания развивалась вторичная иммунная недостаточность. К младшему школьному возрасту вероятность развития аллергического ринита, бронхиальной астмы, рецидивирующего бронхита и функциональной патологии желудочно-кишечного тракта возросла в 4,6–7,9 раза. К 11–14-летнему возрасту отмечался рост частоты встречаемости хронических заболеваний желудочно-кишечного тракта в 14,5 раза, а вероятность формирования вторичного иммунодефицитного состояния и расстройства вегетативной нервной системы была выше в 6,0–6,6 раза.

Отмечено, что в условиях загрязнения атмосферного воздуха металлами у 65,8 % дошкольников диагностировались хронические заболевания лимфоидной ткани носоглотки, риск сочетания болезней органов дыхания и патологии нервной системы у них был выше в 1,9 раза. К 7–10 годам вероятность развития аллергического ринита, патологии лимфоидной ткани носоглотки и функциональных нарушений пищеварительной системы увеличилась в 3,9–5,3 раза. К старшему школьному возрасту у детей с хроническими заболеваниями органов дыхания риск развития вегетативной дистонии и вторичной иммунной недостаточности возрастает в 2,7–3,0 раза.

**Ключевые слова:** дети, заболевания органов дыхания, коморбидная патология, взвешенные частицы, бензол, фенол, формальдегид, металлы, когортное исследование.

# КЛИНИКО-ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА УРОВНЯ И ДИНАМИКИ ЗЛОКАЧЕСТВЕННЫХ НОВООБРАЗОВАНИЙ ЩИТОВИДНОЙ ЖЕЛЕЗЫ У НАСЕЛЕНИЯ ЧЕЛЯБИНСКОЙ ОБЛАСТИ ЗА ПЕРИОД С 1998 ПО 2016 Г.

## С.А.Шалагинов1, Л.Ю.Крестинина1, А.С.Доможирова2, С.В.Сергийко3,4

### 1Уральский научно-практический центр радиационной медицины ФМБА России, Россия, 454048, г. Челябинск, ул. Воровского, 68А 2Челябинский областной клинический центр онкологии и ядерной медицины, Россия, 454087, г. Челябинск, ул. Блюхера, 42 3Южно-Уральский государственный медицинский университет Минздрава России, Россия, 454092, г. Челябинск, ул. Воровского, 64 4Городская клиническая больница № 1, Россия, 454048, г. Челябинск, ул. Воровского, 16

Оценена динамика заболеваемости злокачественными новообразованиями (ЗНО) щитовидной железы населения Челябинской области за период с 1998 по 2016 г. среди лиц различного возраста, охарактеризована структура заболеваемости различными формами ЗНО в гендерном аспекте.

Использованы данные основных лечебно-диагностических учреждений Челябинской области, в которые могли поступать сведения о пациентах со злокачественными новообразованиями щитовидной железы. Выявлено 4467 лиц с впервые диагностированным, гистологически (93,2 %) и цитологически (6,8 %) подтвержденным   
диагнозом.

Установлено, что динамика изменения первичной заболеваемости ЗНО щитовидной железы имеет положительный тренд роста и полностью соответствует динамике по Российской Федерации. Рост достигнут главным образом за счет повышения первичной заболеваемости в возрастной группе населения 60 лет и старше. Результаты показали, что наиболее распространенной формой ЗНО является папиллярный рак, который составил 68,1 % случаев в общей структуре рака щитовидной железы в Челябинской области. Данная форма ЗНО имела неуклонную тенденцию к росту: от 64,2 % в начальном периоде наблюдения до 73,0 % в заключительном. В то же время фолликулярный рак имел тенденцию к снижению (от 25,5 до 18,2 %) так же, как совокупная доля других, относительно редко встречающихся форм рака. Средний возраст у мужчин на момент выявления ЗНО щитовидной железы был ниже, чем у женщин (49,6 ± 0,22 и 50,9 ± 0,09 г., p <0,001 соответственно). Наибольший средний возраст был у лиц с недифференцированной формой ЗНО (66,9 ± 0,7 г.), наименьший – у лиц с фолликулярным раком (49,7 ± 0,1 г., p <0,001).

**Ключевые слова:** щитовидная железа, злокачественное новообразование, динамика ЗНО, Челябинская область, население, возраст, заболеваемость, структура.

# ОЦЕНКА ПИЩЕВЫХ РИСКОВ, ВЫЗВАННЫХ ПИЩЕВЫМИ ДОБАВКАМИ: ЦЕЛЕВОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПИТАНИЯ ВО ВЬЕТНАМЕ

## Нгуен Ханг Лонг1, Ли Ти Хонг Хао2, Ву Ти Транг2, Тран Цао Шон2, Лам Куок Ханг1

### 1 Продовольственное управление Вьетнама, Вьетнам, Ханой, Гианг Во Ба Динь-Стрит, 138A 2 Национальный институт контроля пищевых продуктов, Вьетнам, Ханой, Фам Тан Дуат-Стрит, 65

Оценены риски, связанные с шестью типами пищевых добавок, включая бензоаты, сорбаты, цикламат, сахарин, тартразин и желтый «Солнечный закат». Оценка проводилась на основе данных о совокупном потреблении продуктов питания населением Вьетнама и данных о содержании пищевых добавок в продуктах питания, взятых из руководств Всемирной организации здравоохранения. Исследования потребления пищевых продуктов и отборы пищевых проб проводились в шести провинциях, включая Ханой, Нам Дин, Туа Тьен Хуэ, Кванг Три Хо Ши Мин и Тай Нин. В результате было определено количество потребляемых пищевых продуктов для каждой отдельной группы продуктов и для отдельных возрастных групп.

Результаты исследования шести групп пищевых добавок, включая бензоаты, сорбаты, цикламат, сахарин, тартразин и желтый «Солнечный закат», методом высокоэффективной жидкостной хроматографии показали, что в исследованных образцах пищевых продуктов наиболее часто встречались бензоаты и сорбаты. Самые высокие концентрации данных веществ были обнаружены в желе, безалкогольных напитках, мясном фарше и соусах чили. Заменители сахара наиболее часто встречаются в сушеных фруктах и джеме; в этих двух группах продуктов было высокое содержание цикламата. Содержание красителей было намного ниже, они были обнаружены в основном в соусах чили.

Результаты оценки риска показали, что наиболее высокие уровни потребления сорбатов и бензоатов были отмечены в группе детей младше 5 лет и составляли 38 % от дневного допустимого предела (ДДП). Для остальных возрастных групп риск варьировался в пределах от 10,6 до 34,0 % ДДП для бензоатов и от 0,56 до 1,8 % ДДП для сорбатов. Что касается оставшихся четырех пищевых добавок, их совокупное потребление было значительно ниже ДДП. Если предположить, что население потребляет продукты из всех групп, то можно сделать вывод, что 0,8 % населения потребляют бензоаты в количестве, превышающем ДДП для данной пищевой добавки.

**Ключевые слова:** пищевые добавки, продукты питания, жидкостная хроматография, допустимая концентрация веществ, заменители сахара, красители, оценка химического риска пищевых продуктов, оценка экспозиции.

# СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ТОКСИЧНОСТИ ПИЩЕВЫХ ПОДСЛАСТИТЕЛЕЙ В ЭКСПРЕСС-БИОТЕСТЕ

## А.В. Самойлов1, Н.М. Сураева1, М.В. Зайцева1,2, М.Н. Курбанова1, В.В. Столбова2

### 1 Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова, Россия, 142703, г. Видное, ул. Школьная, 78 2 Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Россия, 119991, Москва, Ленинские горы, 1, стр. 12

В связи с увеличивающимся объемом производства и потребления населением различных пищевых добавок существенно возрастает риск их токсического воздействия. Часто эти добавки встречаются в различных сочетаниях друг с другом в продуктах питания и окружающей среде, употребляются продолжительное время и могут стать причиной проявления особо опасных мутагенных и канцерогенных эффектов. Поэтому оценка комбинированного действия пищевых добавок остается важнейшей проблемой их безопасности. Определенными преимуществами для скрининга токсических и мутагенных эффектов химических соединений обладают растительные тест-системы и использование вариантов цитогенетического анализа данных биотестирования. При этом особое место среди них продолжает занимать Allium-тест, в котором в качестве тест-объекта используются корни лука репчатого Allium cepa. При сравнении с другими тестами с использованием животных и различных культур клеток этот тест оказывался менее сложным и затратным в исполнении и более чувствительным.

Целью настоящей работы было исследование влияния синтетических сахарозаменителей аспартама и сукралозы на прирост биомассы и частоту митотических аномалий в клетках апикальной меристемы корней лука репчатого A. cepa. Оценивался также синергетический эффект при совместном воздействии этих химических соединений. Выявлено, что аспартам значительно снижал массу корней по сравнению с контролем, тогда как в отношении сукралозы не было зафиксировано токсического эффекта. Максимальная токсичность была зарегистрирована при совместной обработке тест-системы подсластителями, что оценено как результат синергетического эффекта. Частота хромосомных аберраций в опытных образцах незначимо отличалась от таковой в контроле, но были отмечены достоверные изменения в спектре хромосомных аномалий клеток корневой меристемы. Преобладающим типом нарушений были нарушения процесса расхождения хромосом и аномалии митотического аппарата.

**Ключевые слова:** сукралоза, аспартам, Allium cepa, биотестирование, цитогенетический анализ, токсичность, хромосомные аберрации, аномалии митотического аппарата.

# ОЦЕНКА СВЯЗИ РАЗНОРОДНЫХ ФАКТОРОВ РИСКА И ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ РАБОТАЮЩЕГО НАСЕЛЕНИЯ РЕГИОНОВ РОССИИ С РАЗЛИЧНЫМ ФОНОМ ФОРМИРОВАНИЯ ЗДОРОВЬЯ

## Н.А. Лебедева-Несевря1, А.О. Барг1, М.Ю. Цинкер2, В.Г. Костарев3

### 1Пермский государственный национальный исследовательский университет, Россия, 614990, г. Пермь, ул. Букирева, 15 2Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения, Россия, 614045, г. Пермь, ул. Монастырская, 82 3Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Пермскому краю, Россия, 614016, г. Пермь, ул. Куйбышева, 50

Исследование посвящено классификации регионов России по уровню санитарно-гигиенического и социально-экономического благополучия, а также оценке (для отдельных классов) связей разнородных факторов и показателей заболеваемости с временной утратой трудоспособности работающего населения. Классификация субъектов РФ (методом k-средних кластерного анализа) по уровню санитарно-гигиенического и социально-экономического благополучия реализовывалась с целью выделения территорий со схожим «фоном» формирования здоровья работающего населения.   
Эмпирической базой выступили данные Федеральной службы государственной статистики (по субъектам РФ) за 2016 г.

По итогам кластерного анализа определено четыре класса субъектов РФ: «неблагополучный», «умеренно неблагополучный», «умеренно благополучный» и «благополучный» (полученные данные визуализированы на карте регионов России). Проведенный корреляционно-регрессионный анализ позволил получить несколько десятков достоверных моделей, описывающих связи разнородных факторов и показателей заболеваемости с временной утратой трудоспособности работающего населения. Для каждой модели рассчитывался показатель детерминации R2, характеризующий долю объясненной вариации показателя здоровья за счет рассматриваемого в модели фактора. Особое внимание уделялось первому кластеру, имеющему наименее благополучный фон формирования здоровья (для него определено ярко выраженное влияние социально-экономических факторов на показатели здоровья работающего населения, взятые для анализа), а также второму кластеру, характеризующемуся наиболее высоким уровнем заболеваемости работающих граждан (выявлено, что санитарно-гигиеническое благополучие территорий этого класса имеет больший вес для формирования рассматриваемых показателей здоровья, нежели социально-экономическое). Материалы работы можно использовать при составлении федеральных и региональных программ, направленных на сохранение и укрепление здоровья работающего населения.

**Ключевые слова:** работающее население, кластерний анализ, корреляционно-регрессионный анализ, заболеваемость с временной утратой трудоспособности, разнородные факторы риска здоровью.

# ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ПАТОЛОГИЯ ПРИ ПОДЗЕМНОЙ И ОТКРЫТОЙ ДОБЫЧЕ АПАТИТОВЫХ РУД В КОЛЬСКОМ ЗАПОЛЯРЬЕ

## С.А. Сюрин, С.А. Горбанев

### Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья, Россия, 191036, Санкт-Петербург, 2-я Советская ул., 4

Несмотря на совершенствование технологий добычи руды, большинство горняков апатитовых рудников в Кольском Заполярье входят в группу повышенного риска развития профессиональных заболеваний (ПЗ). Цель исследования заключалась в изучении особенностей формирования ПЗ у горняков, осуществляющих добычу апатитовой руды подземным и открытым способами. Изучены данные социально-гигиенического мониторинга по разделу «Условия труда и профессиональная заболеваемость» населения Мурманской области с 2007 по 2017 г. (470 больных ПЗ и 749 случаев ПЗ). Установлено, что при подземном способе добычи руды ПЗ (прежде всего болезни костно-мышечной системы) возникают в более раннем возрасте и при меньшей продолжительности стажа вследствие повышенной тяжести труда (59,6 %). При открытой добыче руды основными этиологическими факторами являются тяжесть труда и общая вибрация, а в структуре ПЗ характерны высокие доли болезней костно-мышечной системы (32,7 %) и вибрационной болезни (31,8 %). Число ПЗ у одного подземного горняка было выше, чем у одного работника открытого рудника (1,68 ± 0,07 и 1,49 ± 0,5 соответственно, p < 0,02). У горняков подземных рудников отмечается повышенный риск развития деформирующего артроза (OР = 6,88; 95%-ный ДИ 3,21–14,74; χ2 = 35,7; p < 0,001) и миофиброза предплечий (OР = 8,11; 95%-ный ДИ 1,92–34,1; χ2 = 11,8; p = 0,0005), а у горняков открытых рудников – вибрационной болезни (OР = 1,40; 95%-ный ДИ 1,08–1,80; χ2 = 6,69; p = 0,009) и радикулопатии (OР = 1,47; 95%-ный ДИ 1,12–1,93; χ2 = 7,61; p = 0,006). В обеих группах работников неудовлетворительные условия труда определяются преимущественно несовершенством технологических процессов и рабочих мест. Сделан вывод о необходимости строить профилактику профессиональной патологии у горняков апатитовых рудников в Арктике с учетом особенностей влияния вредных производственных воздействий и сопутствующего холодового фактора.

**Ключевые слова**: апатитовая руда, подземная и открытая добыча, горняки, профессиональная патология, Арктика, профессиональные заболевания, болезни костно-мышечной системы, вибрационная болезнь.

# К КОЛИЧЕСТВЕННОЙ ОЦЕНКЕ МИКРОБНОГО РИСКА, СВЯЗАННОГО С ЭКСПОЗИЦИЕЙ КИШЕЧНЫХ ВИРУСОВ В ПИТЬЕВОЙ ВОДЕ

## Е.В. Байдакова1,2, Т.Н. Унгуряну1,2, Р.И. Михайлова3

### 1Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Архангельской области, Россия, 163000, г. Архангельск, ул. Гайдара, 24 2Северный государственный медицинский университет, Россия, 163000, г. Архангельск, пр. Троицкий, 51 3Центр стратегического планирования и управления медико-биологическими рисками здоровью, Россия, 119121, г. Москва, ул. Погодинская, 10, стр. 1

Выполнена оценка микробиологического риска возникновения острых кишечных инфекций (ОКИ) вирусной этиологии, связанного с потреблением питьевой воды водопроводной сети совокупным населением городов Архангельской области за 2006–2017 гг. При проведении исследования использована методика количественной оценки микробиологического риска (Quantitative Microbial Risk Assessment – QMRA). Показано, что в структуре кишечных инфекций преобладают ОКИ вирусной этиологии, среди которых наиболее распространенными являются ротавирусная (86,9 %), норовирусная (7,7 %) и энтеровирусная (3,7 %) инфекции. Сравнительный анализ пространственного распределения и многолетней динамики заболеваемости ОКИ с возможным водным фактором передачи возбудителя указывает на высокий уровень частоты развития ротавирусной и норовирусной инфекции в городах Архангельске, Новодвинске, Коряжме и Котласе. В Коряжме и Архангельске скорость развития заболеваемости ротавирусной инфекцией среди населения превышала скорость эпидемиологического процесса на территории сравнения в 1,5–1,6 раза. Превышение гигиенического норматива по содержанию колифагов на уровне Р95 отмечалось в питьевой воде водопроводной сети Архангельска и Коряжмы в 1,4 и 2,2 раза соответственно. Высокая вероятность возникновения ротавирусной, норовирусной и энтеровирусной инфекций установлена в Архангельске (р = 0,97–0,99) и ротавирусной инфекции – в Коряжме (р = 0,95). Средняя вероятность возникновения норовирусной (р = 0,58) и энтеровирусной инфекций (р = 0,43) отмечена в Коряжме. Полученные результаты исследования указывают на практическую значимость использования метода оценки микробного риска (QMRA) в системе санитарно-эпидемиологического надзора за водоподготовкой и обусловливают необходимость внедрения системы вирусологического мониторинга централизованного питьевого водоснабжения.

**Ключевые слова:** питьевая вода, водоснабжение, острые кишечные инфекции, вирусные инфекции, содержание колифагов, оценка риска, микробиологический риск, QMRA.

# ЭПИДЕМИОЛОГИЯ ЗЛОКАЧЕСТВЕННЫХ НОВООБРАЗОВАНИЙ ПРЕДСТАТЕЛЬНОЙ ЖЕЛЕЗЫ В КУРСКОЙ ОБЛАСТИ

## И.Л. Киселев, А.А. Польшин

### Курский областной клинический онкологический диспансер, Россия, 305524, хутор Кислино, ул. Елисеева, 1

Проведен эпидемиологический анализ 2238 впервые заболевших и 999 умерших мужчин от рака предстательной железы за период с 2007 по 2016 г. в Курской области.

Обработка данных происходила с использованием программы Statistica for Windows (версия 12,5). Использовались интенсивные общие и повозрастные (на 100 тысяч мужчин) показатели. Сравнение общих показателей заболеваемости и смертности проводилось с данными Центрального федерального округа. Сравнение повозрастных показателей заболеваемости и смертности от рака предстательной железы выполнялось с такими же показателями Российской Федерации. Для проверки достоверности различий между совокупностями применялся параметрический критерий Стьюдента (t) при 95%-ном уровне значимости. Прогнозирование заболеваемости и смертности от рака предстательной железы выполнялось с использованием модели авторегрессии и интегрированного скользящего среднего (ARIMA) до 2021 г.

В структуре заболеваемости злокачественными новообразованиями мужчин Курской области рак предстательной железы занимает пятое место, в структуре смертности – шестое место. Прирост заболеваемости раком предстательной железы в Курской области в 2016 г. к 2007 г. составил 100,3 %, смертности – 85,6 %. К 2021 г. заболеваемость раком предстательной железы может достичь 71,24, смертность – 30,79. Увеличение заболеваемости у мужчин Курской области связано с приростом заболевших мужчин в возрасте 60–64 года и в 80 лет и старше. Увеличение смертности от рака предстательной железы произошло за счет прироста умерших мужчин от 50 лет и старше.

Курская область в ближайшие годы по заболеваемости и смертности от рака предстательной железы может занять ведущие позиции среди регионов Центрального федерального округа. Результаты исследования используются для планирования и разработки региональной целевой программы «Онкология».

**Ключевые слова:** злокачественные новообразования, эпидемиологический анализ, заболеваемость, смертность, рак предстательной железы, повозрастные показатели, целевая программа.

# МУТАЦИЯ ГЕНА *UGT1A1* КАК МАРКЕР ВЫСОКОГО РИСКА ВОЗНИКНОВЕНИЯ СИНДРОМА ЖИЛЬБЕРА: НАУЧНО-ПРИКЛАДНЫЕ АСПЕКТЫ\*

## А.Н. Волков1,2, Е.В. Цуркан2

### 1Кемеровский государственный медицинский университет, Россия, 650056, г. Кемерово, ул. Ворошилова, 22А 2Кемеровская областная клиническая больница, Россия, 650000, г. Кемерово, пр. Октябрьский, 22

Синдром Жильбера является распространенной мультифакториальной патологией с высокой степенью генетической детерминированности. Основной этиологический фактор заболевания – снижение активности печеночного фермента УДФ-глюкуронилтрансферазы А1 вследствие мутаций в гене UGT1A1. Нарушение функции печени становится причиной диспептических явлений и сопутствующих острых и хронических заболеваний пищеварительной системы. Целью работы явилось обоснование необходимости и возможности осуществления массового обследования населения на синдром Жильбера с использованием молекулярно-генетического анализа гена UGT1A1. Проведено молекулярно-генетическое исследование маркера rs8175347 гена UGT1A1 среди 132 жителей Кемеровской области (популяционная выборка), а также среди 71 пациента с подозрением на наличие синдрома Жильбера (клиническая выборка).

В популяционной выборке частота мутантного генотипа \*28/\*28 гена UGT1A1, ассоциированного с синдромом Жильбера, составила 13,6 %, что сопоставимо с ранее опубликованными данными. Таким образом, значительная часть населения включает потенциальных или уже выявленных больных синдромом Жильбера. Анализ возрастного состава впервые выявленных пациентов клинической группы с генотипом \*28/\*28 показал широкий размах возраста манифестации заболевания – от 4 до 71 года – с модальным значением возраста 15 лет. На основании полученных данных предлагается введение в медицинскую практику массового обследования на синдром Жильбера на донозологической стадии, в основу которого могут быть положены молекулярно-генетические технологии. В рамках развернутого медицинского обследования детей в возрасте 7 или 10 лет предлагается проводить генодиагностику мутаций UGT1A1. Полученные генетические данные могут быть учтены врачами соответствующих медицинских направлений для определения дальнейших мероприятий по профилактике и терапии синдрома Жильбера.

**Ключевые слова:** синдром Жильбера, УДФ-глюкуронилтрансфераза А1, UGT1A1, rs8175347, мутации в гене, генотип, молекулярно-генетическое исследование, генодиагностика.

# ОСОБЕННОСТИ КОМБИНИРОВАННОГО ДЕЙСТВИЯ СМЕСИ ХИМИЧЕСКИХ АЛЛЕРГЕНОВ

## В.В. Шевляков, С.И. Сычик

### Научно-практический центр гигиены, Республика Беларусь, 220012, г. Минск, ул. Академическая, 8

В оценке риска развития у работающих профессиональных аллергических заболеваний химической этиологии и обосновании их рациональной профилактики актуальной проблемой является выяснение характера, особенностей и механизмов гипериммунного ответа при воздействии на организм смеси химических веществ с аллергическими и токсиче­скими свойствами разной выраженности. В экспериментальных исследованиях изучены аллергические свойства 57 различных химических композиций и их отдельных компонентов на моделях внутрикожного введения в стандартных дозах в ухо морским свинкам-альбиносам или в основание хвоста белым мышам в смеси с полным адъювантом Фрейнда. Полученные результаты позволили заключить, что выраженность аллергенной активности смеси химических веществ опре­деляется как степенью проявления аллергических свойств отдельных компонентов, так и характером аддитивности их иммуномодули­рующих эффектов при комбинированном воздействии на организм. Данные эффекты закономерно зависят от сочетания в смеси аллергенов разной силы, их содержания и количественного соотношения, наличия в смеси веществ с неспецифическими адъювантными и токсическими свойствами. Причем комбинированное аллергическое действие смеси химических веществ, содержащей сильные и выраженные химические аллергены с их высоким содержанием, имеет характер усиления гиперергического иммунного ответа (потенцирование) между ними и на более слабые аллергенные компоненты. В реализации преимущественно потенцирующего комбинированного аллергического действия смеси химических веществ на организм задействованы одновременно взаимосвязанные механизмы специфической (отмена толерантности к эпитопам конъюгата и модифицированного белка-носителя, формирование перекрестно реагирующих антигенных детерминант и др.) и неспецифической иммуно­модуляции (адъювантное, разражающее и иммунотоксическое действие химических компонентов смеси).

**Ключевые слова**: смесь химических веществ, аллергены, аллергические заболевания, механизмы гипериммунного ответа, характер аллергических процессов в организме на воздействие смеси химических веществ, специфические и неспецифические иммунные механизмы, комбинированное действие.

# ОЦЕНКА РИСКА НЕБЛАГОПРИЯТНОГО ТЕЧЕНИЯ ЯЗВЕННОГО КОЛИТА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОЛИМОРФИЗМА ГЕНА ФАКТОРА НЕКРОЗА ОПУХОЛИ АЛЬФА

## Ю.И. Третьякова1, А.П.Щекотова1, И.А. Булатова1, А.В. Кривцов2

### 1Пермский государственный медицинский университет имени академика Е.А. Вагнера Минздрава России, Россия, 614990, г. Пермь, ул. Петропавловская, 26 2Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения, Россия, 614045 г. Пермь, ул. Монастырская, 82

Цель исследования заключалась в оценке функциональной значимости полиморфизма гена фактора некроза опухоли альфа (TNF-α) в регионе -308G/A (rs1800629) в прогрессировании язвенного колита.

Обследованы 70 больных язвенным колитом в период активной фазы заболевания и 50 здоровых доноров. Исследовали концентрацию TNF-α в сыворотке крови и полиморфизм гена TNF-α в регионе -308G/А.

Установлено, что уровень TNF-α у больных язвенным колитом с тяжелым течением и высокой эндоскопической активностью достоверно превышал значения, полученные у лиц с низкой степенью эндоскопической активности и атакой легкой и средней степени тяжести. Это позволяет использовать данные тесты в качестве дополнительных неинвазивных маркеров для оценки степени выраженности поражения слизистой толстой кишки при язвенном колите. Оценка встречаемости аллельных вариаций гена TNF-α-308G/A (rs1800629) показала, что неблагоприятная гомозигота АА значимо чаще обнаруживается среди пациентов с ЯК, чем в популяции доноров. Кроме того, при разной эндоскопической активности ЯК мажорный аллель G и аллельная пара GG значимо чаще обнаруживались в группе пациентов с легкой и среднетяжелой атакой и 1–2-й степенью эндоскопической активности, чем в группе   
с 3–4-й степенью и тяжелой атакой язвенного колита (χ2=14,19; p=0,000). Установлены мутантный аллель А и неблагоприятная гомозигота АА, ассоциированные с тяжелым прогрессирующим течением язвенного колита. Наличие мутантного аллеля в пять раз повышает тяжелое течение болезни (OR 5,03; ДИ12,07–12,21) для пациента.

Таким образом, риск развития неблагоприятного течения ЯК, склонного к частым рецидивам и прогрессированию, ассоциирован с носительством аллеля А гена TNF-α в регионе -308G/A, что должно учитываться при прогнозировании характера течения заболевания и выборе стратегии лечения.

**Ключевые слова**: поражения слизистой толстой кишки, язвенный колит, фактор некроза опухоли альфа, полиморфизм гена, оценка встречаемости вариаций гена, TNF-α, степень тяжести атаки, эндоскопическая активность.

# ТОКСИКОЛОГО-ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА НАНОЧАСТИЦ ДИОКСИДА ТИТАНА В СОСТАВЕ ПИЩЕВОЙ ДОБАВКИ Е171 (ОБЗОР ДАННЫХ ЛИТЕРАТУРЫ И МЕТААНАЛИЗ)

## И.В. Гмошинский1, О.В. Багрянцева1,2, С.А. Хотимченко1,2

### 1Федеральный исследовательский центр питания, биотехнологии и безопасности пищи, Россия, 109240, г. Москва, Устьинский проезд, 2/14 2Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова, Россия, 119991, г. Москва, ул. Трубецкая, 8, стр. 2

Рассматриваются данные о величинах экспозиции, биодоступности, эффектах токсичности и рисках наночастиц (НЧ) диоксида титана TiO2 при их поступлении в организм через желудочно-кишечный тракт (ЖКТ) в виде пищевой добавки – красителя Е171 либо как значимой примеси в ее составе. Согласно токсикологической оценке, данной JECFA в 1969 г., TiO2 рассматривался как малоопасное вещество. Однако в настоящее время ряд зарубежных и международных организаций в области безопасности пищи придерживаются мнения, что эта оценка должна быть пересмотрена в свете новых научных данных о неблагоприятном воздействии на организм TiO2 в наноформе. Суммарное поступление TiO2 в организм человека с пищевыми продуктами, косметическими средствами (зубные пасты) и лекарственными препаратами может составлять от 0,5 до 5,0 мг в сутки; наиболее экспонируемыми группами являются дети в возрасте 3–9 лет и подростки 10–17 лет. Несмотря на малую степень всасывания НЧ и микрочастиц TiO2 в ЖКТ, в значительном числе работ выявлены признаки их общетоксического действия на организм при пероральном и внутрижелудочном введении. Выявленные эффекты TiO2 включают органотоксическое (преимущественно гепатотоксическое) действие, генотоксичность, иммунотоксичность, репродуктивную токсичность, нейротоксичность. Убедительных данных о канцерогенности TiO2 при поступлении в ЖКТ получено не было. Ряд эффектов НЧ TiO2, предположительно, опосредуется их местным воздействием на лимфоидную ткань, ассоциированную со слизистой оболочкой кишки, а также на состав и активность компонентов кишечного микробиоценоза, что не требует в качестве обязательной стадии кишечной абсорбции НЧ. Метаанализ данных 64 статей (за период 2007–2019 гг.), удовлетворяющих критериям научной достоверности и полноты, показал, что вероятная максимальная недействующая доза (NOAEL) TiO2 в наноформе составляет менее 10 мг/кг массы тела в сутки, а референтную безопасную дозу этого вещества следует оценить величиной 0,1 мг/кг массы тела в сутки. В связи с этим риск от поступления TiO2 в качестве пищевой добавки Е171 зависит от доли НЧ в ее составе и может быть неприемлемо высоким в случае их содержания свыше 10 % по массе общего TiO2. Таким образом, содержание НЧ TiO2 в составе пищевой добавки Е171, применяемой в пищевой промышленности, нуждается в контроле и нормативном регулировании.

**Ключевые слова:** диоксид титана, пищевая добавка, наночастицы, экспозиция, биодоступность, токсичность, кишечный микробиоценоз, риски.

# ИНДЕКС НАКОПЛЕНИЯ ЛИПИДОВ (LIPID ACCUMULATION PRODUCT, LAP) – СОВРЕМЕННЫЙ КЛИНИКО-БИОХИМИЧЕСКИЙ МАРКЕР ОЖИРЕНИЯ У ЧЕЛОВЕКА

## А.М. Канева, Е.Р. Бойко

### Институт физиологии Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук, Россия, 167982, г. Сыктывкар, ул. Первомайская, 50

Ожирение является важной медико-социальной проблемой, поскольку представляет серьезную угрозу для здоровья населения вследствие частого развития тяжелых сопутствующих заболеваний. Самым опасным видом ожирения считается висцеральное ожирение. Своевременная диагностика висцерального ожирения как на скрининговых осмотрах условно здорового населения, так и у лиц с сердечно-сосудистыми заболеваниями становится важным направлением как первичной, так и вторичной профилактики.

В обзоре рассматривается современный маркер висцерального ожирения – индекс накопления липидов (lipid accumulation product – LAP). Этот индекс, предложенный H.S. Kahn в 2005 г., рассчитывается на основании двух переменных – обхвата талии (см) и уровня триглицеридов (ммоль/л), измеренного натощак. Одновременное использование биохимического и антропометрического показателей при расчете индекса LAP позволяет не только оценивать характер распределения жира в организме, но и отражать функциональное состояние жировой ткани.

Индекс LAP широко используется в качестве маркера метаболических нарушений (метаболического синдрома, диабета, инсулинорезистентности, неалкогольной жировой болезни печени) и предиктора сердечно-сосудистых заболеваний. Кроме того, индекс LAP, обладая способностью идентифицировать фенотип ожирения, позволяет проводить градацию среди людей с избыточным весом на «метаболически здоровых» и «метаболически больных», а среди лиц с нормальным весом выявлять пациентов с метаболическим ожирением. Во многих исследованиях продемонстрировано, что индекс LAP обладает хорошим диагностическим и прогностическим потенциалом в отношении метаболических и сердечно-сосудистых заболеваний и является более точным маркером кардиометаболического риска, чем общепринятые антропометрические показатели. В обзоре представлены диапазоны варьирования, половые и возрастные особенности значений индекса LAP, а также характер и степень их изменения при ряде заболеваний. Освещены преимущества и недостатки применения индекса LAP на практике.

**Ключевые слова:** индекс накопления липидов (LAP), обхват талии, триглицериды, индекс массы тела, ожирение, метаболический синдром, сердечно-сосудистые заболевания.

# ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ МИТОХОНДРИЙ В УСЛОВИЯХ СВЕТОДИОДНОГО ОСВЕЩЕНИЯ И РИСКИ ЗАБОЛЕВАНИЯ ГЛАЗ

## В.А. Капцов1, В.Н. Дейнего2, В.Н. Уласюк 3

### 1Всероссийский научно-исследовательский институт железнодорожной гигиены, Россия, 125438, г. Москва, Пакгаузное шоссе, 1, корп. 1 2 ООО «Биолюмен», Россия, 141195, г. Фрязино, проспект Мира, 8 3 АО «Научно-исследовательский институт "Платан" с заводом при НИИ», Россия, 141190, г. Фрязино, Заводской проезд, 2

Из-за нарушения рефракции, миопии и других изменений зрения снижается продуктивность любого рода деятельности, ограничиваются образовательные и трудовые возможности экономически активного населения. С увеличением степени денатурации света нарастает степень утомления от выполнения тестовой зрительной работы. Наименьший спад физиологических и психологических показателей у человека отмечается при работе в условиях естественного освещения, наибольший – при полностью искусственном освещении. Искусственные источники света по отношению к равномерному спектру солнечного света имеют выбросы и провалы фотонного потока при определенных длинах волн.

Показано, что в области красного света 670 нм имеет место резкий спад спектрально-энергетической характеристики по сравнению со спектром солнечного света. Рассмотрено как дефицит красного света 670 нм влияет на функционирование клеток зрительного анализатора в целом и на митохондрии в частности. В теории старения митохондрий утверждается, что окислительный стресс, вызванный мутациями ДНК митохондрий, ассоциируется с уменьшением производства аденозинтрифосфата (АТФ), приводящим к клеточной дегенерации. Скорость этой деградации связана с метаболическим спросом организма, прогрессирующим воспалением внешней сетчатки, вторжением макрофагов и потерей клеток, в результате чего снижается зрение. В рамках причинно-следственной цепи «свет 670 нм – структурные свойства воды – эффективность работы роторного двигателя митохондрии» рассмотрен механизм снижения эффективности структур, синтезирующих АТФ. Обоснована необходимость синтеза красного люминофора 670 нм и оптимизации светодиодного освещения в этой части спектра.

**Ключевые слова:** красный свет 670 нм, структура воды, эффективность синтеза АТФ, энергетический потенциал митохондрии, светодиодное освещение.