

- [*Fiziologicheskie osnovy podgotovki kvalifitsirovannykh sportsmenov*]. Malakhovka; 2009. (in Russian)
- Prusakov V.M., Prusakova A.V. The dynamics of adaptation processes and morbidity risk, long-term resident in the territory of the industrial cities. *Gigiena i sanitariya*. 2014; 93(5): 79–87. (in Russian)
 - Prusakov V.M., Prusakova A.V., Prusakov V.L. Adaptive processes of the organism and the dynamics of risk morbidity in complex of factors of environmental factors on the population. *Gigiena i sanitariya*. 2015; 94(6): 710–9. (in Russian)
 - Prusakova A.V., Prusakov V.M. Risk assessment for health of the population children from influence of factors of the habitat on the general and primary incidence. *Ekologiya cheloveka*. 2016; (9): 57–64. (in Russian)
 - Wolfram|Alpha: Computational Knowledge Engine. Available at: <http://www.wolframalpha.com>
 - Oranskiy I.E. *Natural Medical Factors and Biological Rhythms [Prirodnye lechebnye faktory i biologicheskie ritmy]*. Moscow; 1988. (in Russian)
 - Garkavi L.I., Kvakina E.B., Kuz'menko T.S. *Anti-stress Reactions and Activation Therapy. Activation Reactions as a Way to Health through Self-Organization Processes [Antistressornye reaktsii i aktivatsionnaya terapiya. Reaktsii aktivatsii kak put' k zdorov'yu cherez protsessy samoorganizatsii]*. Moscow: IMEDIS; 1998. (in Russian)
 - Prusakova A.V., Prusakov V.M. Methodical complex for assessment of mass noninfectious prevalence rate and the medico-ecological situation in the territory. *Gigiena i sanitariya*. 2016; 95(9): 811–7. (in Russian)
 - Pavlov S.E. *Adaptation [Adaptatsiya]*. Moscow: Parusa; 2000. (in Russian)
 - Paltsev M.A., Kvetnoy V.O., Polyakova V.O., Kvetnaya T.V., Trofimov A.V. Neuroimmunoendocrine mechanisms. *Uspekhi gerontologii*. 2009; 22(1): 24–36. (in Russian)

Поступила 11.03.17
Принята к печати 05.07.17

© КОЛЛЕКТИВ АВТОРОВ, 2017

УДК 614.771:552.578.2:006

Русаков Н.В., Водянова М.А., Стародубова Н.Ю., Донерьян Л.Г.

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ И КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ НОРМИРОВАНИЯ НЕФТЕЗАГРЯЗНЕНИЙ В ПОЧВЕ

ФГБУ «Центр стратегического планирования и управления медико-биологическими рисками здоровью» Минздрава России, 119991, Москва

Актуальность нормирования нефтяных углеводородов (НУВ) в почве обусловлена их повсеместной распространённостью. Негативные воздействия на почвенно-растительный покров, атмосферный воздух, поверхностные и подземные воды, экологические системы и здоровье населения отмечаются на всех стадиях освоения нефтяных месторождений – от бурения до промышленной переработки, ликвидации оборудования и доставки потребителю. Кроме того, активно разрабатываются различные технологии по разрушению нефтезагрязнений (рекультивация, санация и пр.), но они не находят широкого применения в том числе из-за того, что отсутствует норматив безопасного уровня их содержания для человека и объектов окружающей среды. В статье рассмотрены проблемы гигиенического нормирования нефтяных углеводородов в почве. Представлены методы по количественному определению нефти и нефтепродуктов в почве, а также концептуальные вопросы в системе оценки нефти как загрязнителя почв. Освящены подзаконные акты, учитывающие перечни загрязняющих веществ, в отношении которых применяются меры государственного регулирования в области охраны окружающей среды. Показано, что в результате трансформации углеводородной составляющей компонентного состава нефти образуются токсичные кислородсодержащие продукты. Установлены пороговые концентрации безопасного содержания нефтяных углеводородов (НУВ) в почве в вегетационном опыте (транслокационный показатель вредности) – 500 мг/кг, по водно-миграционному – 10000 мг/кг и общесанитарному показателю – 21000 мг/кг. Обозначены приоритетные направления исследований по установлению безопасного уровня загрязнения нефтяных углеводородов в почве по воздушно-миграционному показателю вредности, а также по количественному определению НУВ в сельскохозяйственных растениях.

Ключевые слова: почва; нефть; нефтезагрязнение; ПДК; транслокационный показатель; общесанитарный показатель; водно- и воздушно-миграционные показатели; опасность; уровень безопасности.

Для цитирования: Русаков Н.В., Водянова М.А., Стародубова Н.Ю., Донерьян Л.Г. Методологические и концептуальные проблемы нормирования нефтезагрязнений в почве. *Гигиена и санитария*. 2017; 96(10): 929–933. DOI: <http://dx.doi.org/10.18821/0016-9900-2017-96-10-929-933>

Для корреспонденции: Русаков Николай Васильевич, доктор мед. наук, проф., акад. РАН, гл. науч. сотр. ФГБУ «Центр стратегического планирования и управления медико-биологическими рисками здоровью» Минздрава России, 119991, Москва. E-mail: rusakovnv39@yandex.ru

Rusakov N.V., Vodyanova M.A., Starodubova N.Yu., Donerian L.G.

METHODOLOGICAL AND CONCEPTUAL PROBLEMS OF OIL POLLUTION IN SOIL

Center for Strategic Planning and Management of Medical and Biological Health Risks, Moscow, 119991, Russian Federation

The relevance of the normalization of petroleum hydrocarbons in soil is due, inter alia, to their ubiquity. Negative impacts on soil cover, atmospheric air, surface and groundwaters, ecological systems and public health are noted at all stages of development of oil fields - from drilling to industrial processing, liquidation of equipment and delivery to the consumer. In addition, various technologies for the destruction of oil contamination (re-cultivation, sanitation, etc.) are actively being developed, but they are not widely used, because there is no norm for a safe level of their content for humans and environmental objects. The article deals with problems of hygienic regulation of petroleum hydrocarbons in the soil. Methods are presented for the quantitative determination of oil and oil products in soil, as well as conceptual issues in the system for estimating oil as a soil pollutant. The subordinate legislation, taking into account the lists of pollutants, in respect of which state regulation measures in the field of environmental protection are applied, are sanctified. Toxic oxygen-containing products are shown to be formed as a result of the transformation of the hydrocarbon component of the component composition of the oil. Threshold concentrations of the safe content

of petroleum hydrocarbons in the soil in a vegetation experiment (500 mg/kg), water migration – 10,000 mg/kg and a total of 21,000 mg/kg were determined. Priority directions of research on the establishment of a safe level of oil hydrocarbon contamination in the soil according to the airborne migration index of harmfulness, as well as the quantitative determination of petroleum hydrocarbons in agricultural plants are indicated.

Key words: soil; oil pollution; maximum allowable concentration; translocation; general sanitary; water and air-migratory criterion; hazard; safety level

For citation: Rusakov N.V., Vodyanova M.A., Starodubova N.Yu., Donerian L.G. Methodological and conceptual problems of oil pollution in soil. *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal)* 2017; 96(10): 929-933. (In Russ.). DOI:<http://dx.doi.org/10.18821/0016-9900-2017-96-10-929-933>

For correspondence: Nikolay V. Rusakov, MD, PhD, DSci., professor, academician of RAS, the chief research scientist of Center for Strategic Planning and Management of Medical and Biological Health Risks, Moscow, 119991, Russian Federation. E-mail: rusakovnv39@yandex.ru

Information about authors:

Rusakov N.V., <http://orcid.org/0000-0002-3754-009X>; Vodyanova M.A., <http://orcid.org/0000-0003-3350-5753>; Starodubova N.Yu., <http://orcid.org/0000-0002-5072-204X>; Donerian L.G., <http://orcid.org/0000-0002-9718-0663>.

Conflict of interest: The authors declare no conflict of interest.

Acknowledgment: The study had no sponsorship.

Received: 21 March 2017

Accepted: 05 July 2017

Введение

Как известно, эффективной мерой в отношении вредного воздействия химических веществ на здоровье населения является их гигиеническое регламентирование. В этом отношении Российская Федерация располагает серьёзной нормативной базой в виде более 5 тыс. гигиенических регламентов (ПДК и ОБУВ) для химических веществ в различных средах [1]. В соответствии со статьей 4.1 Федерального закона «Об охране окружающей среды» нефтепродукты входят в перечень загрязняющих веществ, в отношении которых применяются меры государственного регулирования в области охраны окружающей среды¹.

Актуальность нормирования нефтяных углеводородов (НУВ) в почве обусловлена их повсеместной распространённостью. Исследования по оценке степени загрязнённости почвенного компонента Антарктического полуострова полициклическими ароматическими углеводородами (ПАУ) позволили установить их наличие даже в районе действия трёх антарктических станций [2]. Негативные воздействия на почвенно-растительный покров, атмосферный воздух, поверхностные и подземные воды, экологические системы и здоровье населения отмечаются на всех стадиях освоения нефтяных месторождений – от бурения до промышленной переработки, ликвидации оборудования и доставки потребителю. Массовое использование невозполнимых природных ресурсов и их малоэффективная переработка с образованием значительного количества отходов, загрязняющих окружающую среду, вызывает стремительное возрастание экологически обусловленных нарушений здоровья населения [3]. Решение проблемы загрязнённых земель нефтесодержащими отходами сдерживается по ряду причин, среди которых отдельно следует выделить многообразие почв и видов нефтей. Это в значительной степени усложняет разработку научно-обоснованных и законодательно утвержденных ПДК нефти и её компонентов в почвах, а также единых технологий по их обезвреживанию и рекультивации. Так, например, проводятся исследования на каштановой легкосуглинистой почве, при этом нефтезагрязнение моделируется внесением бензина (легкая фракция нефти) и дизельного топлива (конденсированная фракция) [4], также в качестве объекта исследования часто используется дерново-подзолистая легкосуглинистая и суглинистая почвы,

а в качестве загрязнения используется нефть Ямашинского месторождения [5] или смесь Западно-Сибирских нефтей [6–8] и др.

Немаловажную роль в гигиеническом нормировании имеет и терминология: «нефтепродукты» и «нефть» представляют собой смеси углеводородов и индивидуальные химические соединения, в том числе различные виды топлива. Химические методы анализа, такие как МУК 4.1.1956–05², разработанные сотрудниками Института, и ПНД Ф 16.1:2.2.22–98³, основаны на экстракции нефтяных углеводородов, содержащихся в почве, четыреххлористым углеродом, хроматографическом отделении от полярных соединений на оксиде алюминия и количественном определении на ИК-спектрофотометре. Существующие государственные стандартные образцы (ГСО) для указанных методов представляют собой растворы углеводородов в четырёххлористом углероде, аттестованная массовая концентрация которых составляет $50,0 \pm 0,2$ мг/см³. Соответственно, при использовании указанных ГСО при анализе проб почвы определяется концентрация нефтяных углеводородов, для которых, в первую очередь, необходимо обоснование ПДК в почве.

Следует отметить, что активно разрабатываются различные технологии по разрушению нефтезагрязнений, но они не находят широкого применения из-за отсутствия норматива безопасного уровня их содержания для человека и объектов окружающей среды. Проблемы химического загрязнения сельскохозяйственных земель достигли такой степени опасности, что руководство страны считает необходимым утвердить ориентировочные нормативы предельно допустимых концентраций (ПДК) и степени загрязнения земельных участков сельскохозяйственного назначения, а также внести учитывающие их изменения в порядок консервации и рекультивации земель⁴.

В практике часто используются временные нормативы, имеющие административно-ведомственный характер.

² МУК 4.1.1956–05 Определение концентрации нефти в почве методом инфракрасной спектрофотометрии. Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2005 г.

³ ПНД Ф 16.1:2.2.22–98 Количественный химический анализ почв. Методика выполнения измерений массовой доли нефтепродуктов в минеральных, органоминеральных почвах и донных отложениях методом ИК-спектрометрии. Государственный комитет Российской Федерации по охране окружающей среды, 1998.

⁴ Перечень Поручений по результатам проверки исполнения федеральными органами исполнительной власти и органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации решений Президента Российской Федерации и иных нормативных правовых актов, направленных на совершенствование организации контроля за эффективностью использования земель сельскохозяйственного назначения. Пр-1240 от 29.06.2016 г.

¹ Распоряжение Правительства РФ от 8 июля 2015 г. № 1316-р Об утверждении перечня загрязняющих веществ, в отношении которых применяются меры государственного регулирования в области охраны окружающей среды.

Они не отвечают требованиям, предъявляемым к гигиеническим нормативным величинам; ими не учитываются процессы миграции, влияние нефтезагрязненных почв на сопредельные среды и сельскохозяйственные растения, поэтому они не могут рассматриваться как официально допустимый уровень содержания нефти в почве. Из гигиенических нормативов в настоящее время установлены ПДК для одного из продуктов нефти – бензина в почве на уровне 0,1 мг/кг по воздушно-миграционному показателю вредности, ПДК нефти в воде водных объектов хозяйственно-питьевого назначения и культурно-бытового водопользования: для нефти – 0,3 мг/л, для нефти многосернистой – 0,1 мг/л по образованию пленки, а также ПДК нефти и нефтепродуктов для воды водных объектов, имеющих рыбохозяйственное значение – 0,05 мг/л. Для почв Республики Татарстан величина ПДК нефтепродуктов установлена на уровне 1,5 г/кг⁵.

Также содержание нефти и нефтепродуктов в почве менее 1000 мг/кг соответствует 1 (допустимому) уровню⁶.

Кроме того, большое значение имеет оценка возможности миграции компонентов нефтяного субстрата в растения, входящие в состав пищевого рациона человека, определение транслокационного показателя, отражающего риск поступления в организм дозы загрязнителя, способной оказать токсический эффект [9], что увеличивает опасность возникновения экологически обусловленных заболеваний.

В литературе не найдены методы количественного определения содержания нефти и нефтепродуктов в растениях, однако широко используются биологические методы анализа, которые позволяют косвенно оценить степень воздействия НУВ на сельскохозяйственные культуры. Например, встречаются данные по использованию перемешанной и замедленной флуоресценции хлорофилла для изучения фотосинтеза растений, а также ана-телофазного метода учёта хромосомных aberrаций в апикальной меристеме растений.

Проведенные по данным направлениям исследования ориентируют научную общественность на рассмотрение проблем нормирования нефтезагрязнений в почве для нашей страны. Предложенные безопасные уровни нефти за рубежом могут быть использованы при гармонизации разработанных отечественных нормативов.

Целью настоящей работы являлось рассмотрение современных проблем разработки ПДК нефтяных углеводородов в почве. Эта задача рассматривалась с позиций выполнения исследований, рекомендуемых утвержденной и неоднократно апробированной схемой нормирования химических загрязнений почвы.

ПДК химического вещества в почве представляет собой комплексный показатель безвредного для человека уровня содержания вещества, т. к. используемые при её обосновании критерии отражают возможные пути воздействия загрязнителя на контактирующие среды, биологическую активность почвы и процессы её самоочищения.

Для решения поставленных задач была изучена стабильность и трансформация нефти с идентификацией продуктов её деградации, дана оценка степени миграции нефти из почвы в воду и воздух, её влияния на растения и на почвенную микрофлору.

⁵ Постановление Главного государственного санитарного врача по Республике Татарстан от 14 июля 1998 г. № 18 «О введении в действие предельно-допустимой концентрации (ПДК) нефтепродуктов в почвах Республики Татарстан».

⁶ Порядок определения размеров ущерба от загрязнения земель химическими веществами. Утв. Роскомземом 10 ноября 1993 г. и Минприроды РФ 18 ноября 1993 г.

Материал и методы

Гигиеническая оценка содержания НУВ в почве проводилась с учётом основных принципов гигиенического обоснования ПДК химических веществ в почве⁷.

Исследования включали оценку основных путей возможного воздействия химических загрязнителей почвы на контактирующие среды и опосредованно на здоровье населения: через растения – продукты питания (транслокационный показатель) и через грунтовые воды (водно-миграционный показатель). Данная работа включала 2 серии исследований с использованием в качестве загрязнителя широкий диапазон концентраций НУВ, представляющих собой смесь западносибирских нефтей: 250, 500, 750, 1000, 1500 мг/кг почвы, а также 10, 21, 41, 82, 165, 247 и 412 г/кг почвы. Такое разнообразие концентраций продиктовано необходимостью выявления чувствительности к нефтяному загрязнению почв самых разных территорий: от мест добычи и переработки нефтепродуктов до городских почв, также испытывающих влияние нефтяного пресса. В качестве опытной была использована наиболее распространенная в России (52%) дерновоподзолистая среднесуглинистая почва. Контроль НУВ в почве проводился в соответствии с МУК 4.1.1956–05.

Для изучения миграции нефти из почвы в грунтовые воды использовали модельные фильтрационные колонки диаметром 10 см и длиной 25 см, заполненные пахотным слоем почвы. Критерием допустимого уровня содержания нефти по миграционному водному показателю являлась ПДК нефти для воды водоёмов, равная 0,1 мг/л.

Методика постановки опыта по изучению стабильности нефти в почве позволяет судить о скорости и полноте разрушения вещества, выявить факторы, влияющие на этот процесс, и прогнозировать возможный уровень его накопления в почвах. Деструкцию нефти определяли с учётом различных физико-химических факторов: влажности, равной 20, 60 и 80% от полной влагоемкости (ПВ), и различной кислотности почвы: рН 4,4 и 7,3. Температура во всех сериях эксперимента поддерживалась на уровне 18–20 °С.

Метод постановки экспресс-теста на проращивание семян рекомендован для интегральной экспрессной оценки возможного фитотоксического действия тестируемого объекта. В качестве биотеста использовались семена злаковых (пшеница сорта Заря, овес сорта Скаун, ячмень сорта Зазерки-85), бобовых культур (горох сорта Орегон) и белой горчицы. В чашки Петри вносили почву, загрязнённую нефтью в концентрациях 1000, 1500, 2000, 3000, 5000, 8400 и 84000 мг/кг, которые характеризовали различную степень возможного техногенного загрязнения почв. Образцы тщательно перемешивали.

Выбор рабочих концентраций был основан на данных литературы [10, 11], свидетельствующих о том, что максимальная безопасная концентрация нефтепродуктов в почвах и грунтах, не требующая каких-либо мероприятий по их санации, составляет не менее 1000 мг/кг. Показано, что при загрязнении почвы от 1000 до 5000 мг/кг требуются мягкие мероприятия по усилению процессов самоочищения (устранение источников загрязнения, рыхление, аэрация). При загрязнении почвы от 5000 до 10000 мг/кг необходимы мероприятия по санации и рекультивации почв, а также стимуляция процессов самоочищения. При загрязнении выше 10000 мг/кг необходим выбор специальных способов рекультивации и санации.

В соответствии с принятой методологией был поставлен вегетационный опыт, цель которого – установить

⁷ Методические рекомендации по гигиеническому обоснованию ПДК химических веществ в почве. 2-е изд. М., 1982, С. 58.

максимально недействующую на растения концентрацию нефти в почве и её влияние на урожай. В качестве культур использовали редис сорта Красный ранний, салат сорта Берлинский желтый и картофель сорта Луговской. Под редис вносились следующие концентрации нефти: 250, 500, 750, 1000, 5000 и 10000 мг/кг, под салат были внесены 1000, 5000 и 10000 мг/кг нефти, под картофель – 500, 1000 и 1500 мг нефти/кг почвы.

С гигиенических позиций чрезвычайно важно было использовать методы экотоксикологических исследований: определение суммарной токсичности почв путём биотестирования на гидробионтах и сперматозоидах быка.

Для выявления способности нефти или её метаболитов индуцировать генные мутации у индикаторных штаммов *Salmonella typhimurium* был использован тест Эймса *Salmonella*/микросомы. Оценка мутагенной активности экстрактов всех образцов почвы проведена в тесте *Salmonella* микросомы (тест Эймса) на штаммах TA100 и TA98 в вариантах без (СМ-) и в присутствии системы метаболической активации (СМ+)^{8,9}.

Стагистическая обработка результатов экспериментальных исследований проведена с использованием пакетов стандартных компьютерных программ Excel 7.0, SPSS+.

Результаты и обсуждение

Проблема оценки загрязнения почвы нефтью осложнялась отсутствием единого метрологически аттестованного метода контроля. В процессе работы идентифицированы образующиеся в почве в результате трансформации углеводородной составляющей компонентного состава нефти токсичные кислородсодержащие продукты. В почве обнаружено 13 новых веществ: 2-метилбутаналь, 2,4-гептадиеналь, 3,5-октадиен-2-он, октаналь, нонаналь, тридеканаль, а также продукт дальнейшей трансформации оксиран (2,2-диметилпропил), бензальдегид, бензметанол, 3-фенил-2-пропеналь, этанонал-(2-метилфенила), циклобутанон, 2,3,3,4-тетраметил, 1,4-нафталиндиол. Значительная часть продуктов трансформации нефти, также как и сама нефть, не имеет гигиенических нормативов в почве, что необходимо учитывать при последующем гигиеническом нормировании [12].

Получены данные по воздействию уровней содержания нефти в почве на сельскохозяйственные культуры. Выявленные закономерности свидетельствуют об отсутствии негативного действия нефти в концентрациях до 500 мг/кг и снижении урожайности и пищевой ценности растений при содержании нефти на уровне 750–10000 мг/кг почвы.

Установлены водно-миграционные и транслокационные показатели, которые могут быть использованы при обосновании безопасного уровня содержания нефти в почве.

Изучение процесса миграции нефти из почвы в воду показало, что в условиях экстремального промывного режима в изученном диапазоне концентраций 1000, 5000 и 10000 мг/кг нефть не представляет угрозу в отношении загрязнения грунтовых вод, поскольку в полученных фильтрах содержание нефтяных углеводородов определялось в следовых количествах. Было установлено, что нефть сорбировалась верхним слоем почвы 0–15 см.

⁸ ПНД Ф 14.1:2.4.128–98. Количественный анализ вод. Методика выполнения измерений массовой концентрации нефтепродуктов в пробах природной, питьевой и сточной воды флуориметрическим методом на анализаторе жидкости «ФЛЮОРАТ-02». – М.: Госком РФ по охране окружающей среды, 1998, 16 с.

⁹ Методические указания по экспериментальной оценке суммарной мутагенной активности загрязнений воздуха и воды. М., 1990, 25 с.

Проведённые эксперименты выявили определённые закономерности действия нефтяного загрязнения почвы на продукционные процессы в тестовых растениях. Невысокие концентрации нефти в почве – 500 мг/кг для редиса и 1000 мг/кг для салата в целом оказывали положительное влияние на урожайность и качество овощных культур. Более высокие уровни загрязнения угнетали продукционные процессы. При выращивании картофеля загрязнение почвы нефтью в исследуемых концентрациях 500, 1000 и 1500 мг/кг в целом не отразилось отрицательно на его урожайности и качестве клубней. Вместе с тем, следует указать на определённую тенденцию к снижению урожайности картофеля при уровне загрязнения нефтью свыше 500 мг/кг почвы. Исходя из изложенного, пороговая концентрация загрязнения почвы нефтью для культуры картофеля находится за пределами 1500 мг/кг. В отличие от таких культур как салат и редис, картофель отличается более высокой устойчивостью к нефтяному загрязнению и при необходимости может быть рекомендован для выращивания на почвах с содержанием нефти до 1500 мг/кг при полном соблюдении агротехнических мер.

В соответствии с принятой методологией разработки ПДК химических веществ в почве, обязательным элементом является установление уровня безопасного их содержания по влиянию на биологическую активность почвы и процессы самоочищения. Нарушение этих процессов может привести к проявлениям эпидемиологической опасности почвы. В результате проведённых исследований в этом направлении впервые на примере нефти западносибирского происхождения установлено, что безопасным для почвенного микробценоза уровнем содержания нефти в почве является 21 г/кг, а минимальная действующая концентрация по общесанитарному показателю вредности – 41 г/кг. При этом показано, что приоритетными микроорганизмами по критерию чувствительности и видовой избирательности для индикации нефтяного загрязнения явились почвенные микромицеты [8].

Заключение

Результаты проведённых исследований позволили установить пороговый уровень нефти по водно-миграционному показателю вредности, который составил 10000 мг/кг, по оценке влияния НУВ на растения – 500 мг/кг, по общесанитарному – 21000 мг/кг. Отсутствуют данные по обоснованию безопасного уровня нефтяных углеводородов по воздушно-миграционному показателю вредности, что не позволяет сегодня обосновать безопасный уровень ПДК НУВ в почве. Кроме того, необходимо разработать количественный метод определения НУВ в сельскохозяйственных растениях.

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.
Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Литература (п.п. 10 см. References)

1. Рахманин Ю.А. Актуализация методологических проблем регламентирования химического загрязнения окружающей среды. *Гигиена и санитария*. 2016; 95(8): 701–7.
2. Абакумов Е.В., Парникова И.Ю., Лупачев А.В., Лодыгин Е.Д., Габов Д.Н., Кунах В.А. Содержание полициклических ароматических углеводородов в почвах окрестностей антарктических станций. *Гигиена и санитария*. 2015; 94(7): 20–5.
3. Русаков Н.В., Рахманин Ю.А. *Отходы, окружающая среда, человек*. М.: Медицина; 2004.
4. Коновалова Е.В., Корсунова Т.М. Агроэкологические аспекты применения мелиорантов на нефтезагрязнённых почвах. *Агрономия*. 2015; (3): 16–21.
5. Игнатев Ю.А., Зайнулгабидинов Э.Р., Петров А.М., Хабибуллин Р.Э. Динамика содержания органического вещества в нефтезагрязнённой почве в присутствии гуминового препарата и препарата «Мелафен».

6. Узких О.С., Хомяков Д.М., Донерян Л.Г. Чувствительность показателей биологического мониторинга различных нефтезагрязненных почв. *Экология и промышленность России*. 2009; (5): 18.
7. Водянова М.А. Биотестирование и микробиологические методы в оценке загрязнений почв. *Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал)*. 2006; (8): 202–6.
8. Тарасова Ж.Е. Гигиеническая оценка влияния нефти на почвенный микробиоценоз и самоочищающую способность почвы: Автореф. дисс. ... канд. мед. наук. М.; 2006.
9. Хуснутдинова Н.Ю., Дубинина О.Н. Транслокация нефтяных углеводородов в сельскохозяйственные растения. *Медицина труда и экология человека*. 2016; (3): 65–8.
11. Красовицкая М.Л. *Вопросы гигиены атмосферного воздуха в районах нефтеперерабатывающих и нефтехимических предприятий*. М.: Медицина; 1972.
12. Карцева Н.Ю. Гигиеническая оценка процессов миграции и трансформации нефти в почве: Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. М., 2006.

References

- Rakhmanin Yu.A. Updating of the methodological problems of the regulation of chemical pollution of the environment. *Gigiena i sanitariya*. 2016; 95(8): 701–7. (in Russian)
- Abakumov E.V., Parnikova I.Yu., Lupachev A.V., Lodygin E.D., Gabov D.N., Kunakh V.A. Content of polycyclic aromatic hydrocarbons in soils of Antarctic stations regions. *Gigiena i sanitariya*. 2015; 94(7): 20–5. (in Russian)
- Rusakov N.V., Rakhmanin Yu.A. *Waste, Environment, Human [Otkhody, okruzhayushchaya sreda, chelovek]*. Moscow: Meditsina, 2004. (in Russian)
- Konovalova E.V., Korsunova T.M. Application of ameliorants in oil-contaminated soils: agricultural and environmental aspects. *Agronomiya*. 2015; (3): 16–21. (in Russian)
- Ignat'ev Yu.A., Zaynulgabidinov E.R., Petrov A.M., Khabibullin R.E. Dynamics of the content of organic matter in oil-contaminated soil in the presence of a humic preparation and the preparation «Melaphene». *Vestnik tekhnologicheskogo universiteta*. 2016; 19(6): 149–51. (in Russian)
- Uzkih O.S., Khomyakov D.M., Doner'yan L.G. Sensitivity of Parameters of Biological Monitoring of Various Oily Soils. *Ekologiya i promyshlennost' Rossii*. 2009; (5): 18. (in Russian)
- Vodyanova M.A. Biotesting and microbiological methods in assessing soil contamination. *Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten' (nauchno-tehnicheskii zhurnal)*. 2006; (8): 202–6. (in Russian)
- Tarasova Zh.E. *Hygienic assessment of the oil influence on the soil microbiota and self-cleaning capacity of the soil*: Diss. Moscow; 2006. (in Russian)
- Khusnutdinova N.Yu., Dubinina O.N. Translocation of petroleum hydrocarbons into agricultural plants. *Meditsina truda i ekologiya cheloveka*. 2016; (3): 65–8. (in Russian)
- Siron R., Pelletier E., Brochu C. Environmental factors influencing the biodegradation of petroleum hydrocarbons in soil. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.* 1995; 28(4): 406–16.
- Krasovitskaya M.L. *Questions of Air Hygiene in Areas of Oil Refining and Petrochemical Industries [Voprosy gigieny atmosfernogo vozdukh v rayonakh neftepererabatyvayushchikh i neftekhimicheskikh predpriyatij]*. Moscow: Meditsina; 1972. (in Russian)
- Kartseva N.Yu. *Hygienic estimation of migration processes and the transformation of the oil in the soil*: Diss. Moscow; 2006. (in Russian)

Поступила 21.03.17
Принята к печати 05.07.17

© КАПЦОВ В.А., ДЕЙНЕГО В.Н., 2017

УДК 613.5:628.97

Капцов В.А.¹, Дейнего В.Н.²

ФОРМИРОВАНИЕ ОПТИМАЛЬНОЙ СВЕТОВОЙ СРЕДЫ – АКТУАЛЬНАЯ ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ПРОБЛЕМА

¹ ФГУП «Всероссийский Научно-Исследовательский Институт Железнодорожной Гигиены» Роспотребнадзора, 125438, Москва;

² ЗАО «ЭЛТАН», Фрязино

Показано, что световая среда с учётом времени воздействия влияет на формирование миопии у молодого поколения ряда стран, в которых максимально эффективно внедряются энергосберегающие лампы. Рассмотрены механизмы негативного воздействия искусственного света на глаза человека и сформулированы требования к оптимальной световой среде, которая будет способствовать снижению рисков развития миопии. Спектральный состав такой световой среды должен быть адекватен спектру солнечного света с цветовой температурой ниже 4000 К, а уровни освещённости следует выбирать по принципу комфортного освещения.

Ключевые слова: миопия; светодиодное освещение; комфортная световая среда.

Для цитирования: Капцов В.А., Дейнего В.Н. Формирование оптимальной световой среды – актуальная гигиеническая проблема. *Гигиена и санитария*. 2017; 96(10): 933-940. DOI: <http://dx.doi.org/10.18821/0016-9900-2017-96-10-933-940>

Для корреспонденции: Капцов Валерий Александрович, доктор медицинских наук, профессор, член-корр. РАН, заведующий отделом ФГУП «Всероссийский научно-исследовательский институт железнодорожной гигиены» Роспотребнадзора, 125438, Москва. E-mail: kapcovva@rambler.ru

Kaptsov V.A.¹, Deynego V.N.²

THE FORMATION OF THE OPTIMAL LIGHT ENVIRONMENT IS THE ACTUAL HYGIENIC PROBLEM

¹All-Russian Research Institute of Railway Hygiene of the Federal Service for the Oversight of Consumer Protection and Welfare, Moscow, 125438, Russian Federation;

²ZAO Company "ELTAN", Fryazino, 141190, Russian Federation

The light environment with respect to time of the exposure is shown to affect the formation of myopia in the young generation in a number of countries that effectively implemented energy-saving lamps. There are both considered mechanisms of the negative impact of artificial light on the human eye and formed the requirements for an optimal light environment which will contribute to the reducing the risk of the development of myopia. The spectral composition of the light environment must be adequate spectrum of sunlight with color temperatures below 4000K, the light levels should be chosen by the principle for comfort lighting.

Key words: myopia; led lighting; comfortable light environment.

For citation: Kaptsov V. A., Deynego V.N. The formation of the optimal light environment is the actual hygienic problem. *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal)* 2017; 96(10): 933-940. (In Russ.). DOI: <http://dx.doi.org/10.18821/0016-9900-2017-96-10-933-940>

For correspondence: Valery A. Kaptsov, MD, PhD, DSci., professor, member-correspondent of RAS, Deputy Director for scientific work of the All-Russian Research Institute of Railway Hygiene of the Federal Service for the Oversight of Consumer Protection and Welfare, Moscow, 125438, Russian Federation. E-mail: kapcovva39@mail.ru

Information about authors: Kaptsov V.A., orcid.org/0000-0002-3130-2592.

Conflict of interest: The authors declare no conflict of interest.

Acknowledgment: The study had no sponsorship.

Received: 17 February 2017

Accepted: 05 July 2017