



Крийт В.Е., Сладкова Ю.Н., Скляр Д.Н., Плеханов В.П., Волчкова О.В.,
Дубровская Е.Н.

Ультрафиолетовое излучение соляриев: основные проблемы проведения измерений и оценки результатов

ФБУН «Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 191036, Санкт-Петербург, Россия

РЕЗЮМЕ

Введение. В настоящее время искусственный загар рассматривается как проблема общественного здравоохранения. Получены убедительные доказательства связи использования солярия с риском развития рака кожи. Одна из мер снижения рисков для здоровья, связанных с искусственным заггаром, — контроль воздействия ультрафиолетового излучения (УФИ). Оценка соответствия УФИ соляриев гигиеническим нормативам требует решения двух основных задач — методического и приборного обеспечения проводимых измерений.

Цель исследования заключалась в обосновании методических подходов к проведению измерений энергетической освещённости УФИ в соляриях.

Материалы и методы. Проанализированы нормативно-методические документы и публикации, посвящённые измерению УФИ соляриев и критериям оценки. Для обоснования условий и объёма исследований проведены измерения энергетической освещённости УФИ мини-солярия и пилотные исследования в вертикальном турбосолярии с применением УФ-радиометра.

Результаты. На минимально возможном расстоянии от излучающего блока мини-солярия наибольшие значения энергетической освещённости во всех диапазонах получены в центральной точке, что подтверждено результатами сканирования излучающей поверхности. В результате исследования УФИ в вертикальном турбосолярии на расстоянии 0,3 м от центральной вертикальной оси установлены наибольшие значения энергетической освещённости для двух блоков на разных высотах (1 и 0,5 м от опорной поверхности), что подтверждает необходимость измерений в нескольких точках по высоте каждого излучающего блока.

Ограничения исследования. Результаты исследования могут быть использованы только для измерения энергетической освещённости УФИ в соляриях с применением УФ-радиометров.

Заключение. Предложены методические подходы к измерению энергетической освещённости УФИ в соляриях, обработке и оформлению полученных результатов, оценке на соответствие действующим гигиеническим нормативам. Определены вопросы, возникающие при проведении измерений и оценке энергетической освещённости в области спектра 200–400 нм при обследовании соляриев.

Ключевые слова: ультрафиолетовое излучение; солярии; гигиеническое нормирование; методы измерения; УФ-радиометры

Соблюдение этических стандартов. Исследование не требует представления заключения комитета по биомедицинской этике или иных документов.

Для цитирования: Крийт В.Е., Сладкова Ю.Н., Скляр Д.Н., Плеханов В.П., Волчкова О.В., Дубровская Е.Н. Ультрафиолетовое излучение соляриев: основные проблемы проведения измерений и оценки результатов. *Гигиена и санитария*. 2024; 103(8): 784–790. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2024-103-8-784-790> <https://elibrary.ru/iwlzcr>

Для корреспонденции: Крийт Владимир Евгеньевич, канд. хим. наук, доктор биол. наук, руководитель отд. физических факторов ФБУН «СЗНЦ гигиены и общественного здоровья», 191036, Санкт-Петербург. E-mail: v.kriit@s-znc.ru

Участие авторов: Крийт В.Е. — концепция исследования, редактирование; Сладкова Ю.Н. — дизайн исследования, написание текста; Скляр Д.Н. — дизайн исследования, обработка материала; Плеханов В.П. — сбор материала; Волчкова О.В. — сбор материала; Дубровская Е.Н. — сбор материала. Все соавторы — утверждение окончательного варианта статьи, ответственность за целостность всех частей статьи.

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов в связи с публикацией данной статьи.

Финансирование. Исследование не имело финансовой поддержки.

Поступила: 03.05.2024 / Поступила после доработки: 17.07.2024 / Принята к печати: 31.07.2024 / Опубликовано: 10.09.2024

Vladimir E. Kriyt, Yulia N. Sladkova, Dmitriy N. Sklyar, Vladimir P. Plekhanov, Olga V. Volchkova,
Ekaterina N. Dubrovskaya

Ultraviolet radiation from solariums: the main problems of measurement and evaluation of results

North-West Public Health Research Center, Saint Petersburg, 191036, Russian Federation

ABSTRACT

Introduction. Artificial tanning is now considered a public health issue. There is strong evidence linking tanning bed use to the risk of skin cancer. One measure to reduce the health risks associated with artificial tanning is to control exposure to ultraviolet radiation (UVR). Assessing the compliance of UV solariums with hygienic standards requires solving two main problems — methodological and instrumental support for the measurements taken.

The purpose of the study was to substantiate methodological approaches to measuring UVR irradiance in solariums.

Material and methods. Regulatory and methodological documents, as well as literary sources devoted to the issues of conducting UVR measurements of solariums and the criteria for assessing their compliance, were analyzed. To justify the conditions and scope of research, measurements of the energy illumination of the UVR of a mini-solarium, and pilot studies in a vertical turbo solarium using a UV Radiometer were carried out.

Results. According to the results of UVR measurements at the minimum possible distance from the radiating block of the mini-solarium, the highest values of energy illumination in all ranges were obtained at the central point, which was also confirmed by the results of scanning the radiating surface. Analysis of the research results in a vertical turbo solarium at a distance of 0.3 m from the central vertical axis of the solarium showed that the highest values of energy illumination for the two blocks were obtained at different heights (1.0 m and 0.5 m from the supporting surface), which confirms the need to carry out measurements at several points along the height of each radiating block.

Limitations. The results of the study can only be used when measuring the irradiance of ultraviolet radiation in solariums using UV radiometers.

Conclusion. The proposed methodological approaches make it possible to measure the energy illumination of ultraviolet radiation in places where solariums are used, process and format of the results obtained, and evaluate them for compliance with current hygienic standards. Issues arising when carrying out measurements and assessing energy illumination in the spectral region of 200–400 nm when examining solariums are identified.

Keywords: ultraviolet radiation; solariums; hygienic standardization; measurement methods; UV radiometers

Compliance with ethical standards. The study does not require an opinion from a biomedical ethics committee or other documents.

For citation: Kriyt V.E., Sladkova Yu.N., Sklyar D.N., Plekhanov V.P., Volchkova O.V., Dubrovskaya E.N. Ultraviolet radiation from solariums: the main problems of measurement and evaluation of results. *Gigiena i Sanitariya / Hygiene and Sanitation, Russian journal*. 2024; 103(8): 784–790. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2024-103-8-784-790> <https://elibrary.ru/iwzscr> (In Russ.)

For correspondence: Vladimir E. Kriyt, MD, PhD, DSci., head of the Physical Factors Department, North-West Scientific Center of Hygiene and Public Health, Saint Petersburg, 191036, Russian Federation. E-mail: v.kriit@s-znc.ru

Contributions: Kriyt V.E. — research concept; editing; Sladkova Yu.N. — research design; text writing; Sklyar D.N. — research design; material processing; Plekhanov V.P., Volchkova O.V., Dubrovskaya E.N. — material collection. All authors are responsible for the integrity of all parts of the manuscript and approval of the manuscript final version.

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

Acknowledgement. The study had no sponsorship.

Received: May 3, 2024 / Revised: July 17, 2024 / Accepted: June 19, 2024 / Published: September 10, 2024

Введение

Изделия, предназначенные для искусственного загара (солярии), представляют наибольшую опасность среди различных видов продукции, являющейся источником ультрафиолетового излучения (УФИ). Международное агентство ВОЗ по исследованию рака (IARC) в 2009 г. классифицировало воздействие соляриев как канцерогенное для человека. Убедительные доказательства связи использования солярия с риском развития рака кожи привели к тому, что некоторые страны ввели полный запрет на использование солярия в косметических целях. Как дополнительные меры рассматривают запрет на аренду и продажу соляриев для домашнего использования, ограничение доступа к соляриям, установление возрастных ограничений, предотвращение использования соляриев лицами из группы высокого риска, управление работой солярия, контроль воздействия УФИ-излучения¹. Многими странами риски, связанные с загаром в помещениях, признаны с разной степенью регулирования [1].

Солярии предназначены для получения быстрого загара, с этой целью используют ультрафиолетовое излучение высокой интенсивности. Доказано, что преднамеренное воздействие УФИ в косметических целях увеличивает заболеваемость основными типами рака кожи и снижает возраст первого проявления болезни. Эпидемиологические исследования показали, что пребывание в солярии является фактором риска развития меланомы кожи: относительный риск $RR = 1,20$ (1,08–1,34) по результатам метаанализа 27 исследований, особенно когда первое воздействие происходит в молодом возрасте ($RR = 1,59$ (1,36–1,85), если на момент первого воздействия возраст человека менее 35 лет, по данным 13 исследований). Пребывание в солярии также является фактором риска развития плоскоклеточного рака ($RR = 2,23$ (1,39–3,57), по данным 5 исследований) и базальноклеточной карциномы ($RR = 1,09$ (1,01–1,18), по данным 6 исследований); риск выше, если первое воздействие происходит в раннем возрасте [2].

Исследования, проведенные в Алтайском крае для совершенствования эпидемиологического надзора за меланомой и другими злокачественными новообразованиями кожи, показали, что при исключении немедицинского посещения солярия (наиболее значимого управляемого фактора риска) может быть предотвращено до 6,2% случаев меланомы в год и 2,95–7,19% случаев других злокачественных новообразований кожи [3].

Не все исследователи разделяют эту точку зрения и предоставляют доказательства полезных эффектов солнечного или искусственного ультрафиолетового воздействия. Некоторые авторы предполагают, что субэритемное воздействие

УФИ не только не увеличивает риск развития меланомы, но даже может иметь защитную функцию [4]. Это утверждение опровергают данные об отсутствии защиты от повреждения ДНК при многократном воздействии субэритемных доз [1].

Излучение соляриев характеризуется энергетической освещенностью в диапазоне УФИ-А (315–400 нм), а также в диапазоне УФИ-В (280–315 нм) — для получения глубокого и стойкого загара. Присутствие в спектре излучения соляриев диапазона УФИ-В ограничивается, зависит от типа применяемых ламп и может составлять от 0,1 до 3,6% в профессиональных соляриях. В США в соляриях допускается до 5% УФИ-В, во Франции — 1,5% [5].

Спектральный состав УФИ соляриев эквивалентен, но не идентичен естественному солнечному свету из-за более высокой доли УФИ-А, кроме того, существуют значительные различия в УФИ-спектре излучения различных приборов для загара [1, 2]. Исследования интенсивности и спектрального распределения УФИ, проведенные Австралийским агентством по радиационной защите и ядерной безопасности, показали, что в солярии люди подвергаются более интенсивному облучению УФИ-А и УФИ-В, нежели при солнечной инсоляции, то есть существует потенциальный высокий риск для здоровья [6].

Наиболее часто возникает проблема отнесения изделий, предназначенных для применения в качестве товаров народного потребления (ТНП), к тому или иному виду. Например, для «изделий облучательного действия» и «изделий, генерирующих УФИ» нормативные значения в диапазоне УФИ-А различаются в 10 раз, для УФИ-В — в 38 раз [7].

Гигиенические нормативы УФИ от изделий бытового (ТНП) и медицинского назначения (ИМТ) с учетом спектрального состава излучения для длинноволновой, средневолновой и коротковолновой областей (400–315 нм — УФИ-А; 315–280 нм — УФИ-В; 280–200 нм — УФИ-С) закреплены в санитарных правилах и нормах СанПиН 1.2.3685–21². В документе не представлены критерии классификации этих видов изделий, что приводит к ошибкам при выборе норматива и сложностям при сопоставлении результатов исследований объектов-аналогов. Вопрос классификации изделий затрагивает в первую очередь солярии, которые могут быть отнесены как к ТНП, так и к изделиям медицинской техники (ИМТ). Солярии позиционируются и как «изделия облучательного действия», и как «изделия, генерирующие УФИ», при этом часто не учитывается их назначение (табл. 1). Аналогичные требования представлены в Единых санитарно-эпидемиологических и гигиенических требованиях к продукции (товарам), подлежащей санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю), устанавливающих гигиенические показатели и нормативы безопасности подконтрольной продукции

¹ Artificial tanning devices Public health interventions to manage sunbeds (Устройства для искусственного загара: меры общественного здравоохранения по управлению солярием. Женева: Всемирная организация здравоохранения, 2017).

² СанПиН 1.2.3685–21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания» (табл. 5.50 и 5.51).

Таблица 1 / Table 1

Допустимые уровни УФИ
Permissible UVR levels

Вид изделий Product type	Спектральный диапазон длин волн, нм Wavelength spectral range, nm	Допустимая интенсивность облучения, Вт/м ² Permissible radiation intensity, W/m ²
<i>Допустимые уровни УФИ, создаваемые изделиями, предназначенными для применения в качестве ТНП</i> <i>Permissible UV radiation (UVR) levels generated by products intended for use as consumer goods</i>		
Изделия облучательного действия Irradiation Exposure Products	Свыше 315 до 400 / from 315 to 400	Не более 10 / not more than 10
	Свыше 280 до 315 / from 280 to 315	Не более 1.9 / not more than 1.9
	От 200 до 280 / from 200 to 280	Не допускается / not allowed
Изделия, генерирующие УФИ UVR generating products	Свыше 315 до 400 / from 315 to 400	Не более 1.0 / not more than 1.0
	Свыше 280 до 315 / from 280 to 315	Не более 0.05 / not more than 0.05
	От 200 до 280 / from 200 to 280	Не допускается / not allowed
<i>Допустимые уровни УФИ, создаваемого ИМТ различного назначения / Permissible levels of UVR generated by medical devices for various purposes</i>		
Изделия облучательного действия (приборы и аппараты для воздействия ультрафиолетовыми лучами, в том числе <...>) для кратковременного использования с регламентацией времени экспозиции с учётом площади облучаемой поверхности и с применением средств индивидуальной защиты Irradiation exposure products (devices and apparatus for exposure to ultraviolet rays, including <...>) – for short-term use with regulation of exposure time, taking into account the area of the irradiated surface and with the use of personal protective equipment	Свыше 315 до 400 / from 315 to 400	Не более 10 / not more than 10
	Свыше 280 до 315 / from 280 to 315	Не более 1.9 / not more than 1.9
	От 200 до 280 / from 200 to 280	Не допускается / not allowed
Изделия профилактического назначения, генерирующие УФИ: <...> аппараты косметологические, в том числе солярии <...> Products for preventive purposes that generate UVR: <...> cosmetology devices, including solariums <...>	Свыше 315 до 400 / from 315 to 400	Не более 1.0 / not more than 1.0
	Свыше 280 до 315 / from 280 to 315	Не более 0.05 / not more than 0.05
	От 200 до 280 / from 200 to 280	Не допускается / not allowed

(товаров), включённой в Единый перечень продукции (товаров), подлежащей государственному санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю) на таможенной границе и таможенной территории Евразийского экономического союза. Межгосударственными санитарными правилами и нормами МСанПиН 001–96 (частично отменены)³ впервые установлены допустимые уровни физических факторов, обеспечивающие безопасное и безвредное для здоровья человека применение ТНП в бытовых условиях.

Контроль УФИ в соляриях регламентирован санитарными правилами СП 2.1.3678–20⁴, согласно которым «Допустимая интенсивность ультрафиолетового излучения изделий бытового назначения облучающего действия не должна превышать гигиенические нормативы в зависимости от длины волны генерируемого излучения». Если исключить некоторые различия в обозначении вида изделий («облучающего действия» и «облучательного действия»), то допустимая интенсивность облучения в солярии не должна превышать 1,9 Вт/м² в диапазоне 280–315 нм и 10 Вт/м² в диапазоне 315–400 нм, при этом излучение в диапазоне 200–280 нм не допускается.

В отечественных и зарубежных нормативных документах подходы к оценке источников УФ-излучения существенно различаются [8]. В зарубежных нормативных документах критерием оценки служат эффективные пределы воздействия, а границей между УФ-А и УФ-В считают длину вол-

ны 320 нм⁵. Европейский стандарт EN 60335-2-27:2013⁶ устанавливает общий эффективный предел УФИ (250–400 нм) 0,3 Вт/м², который эквивалентен УФ-индексу 12 [2, 5, 9]. Предел УФИ (200–280 нм) установлен 0,003 Вт/м², тогда как отечественными нормативами излучение в диапазоне УФ-С не допускается.

Однако, согласно результатам деятельности PROSAFE (Prosafe SE – европейская организация, поддерживающая сотрудничество между европейскими органами по надзору за рынком), в которой приняли участие в 2008–2011 гг. компетентные органы 12 государств – членов ЕС, в 64% из 1052 исследованных соляриев был превышен эффективный предел излучения 0,3 Вт/м² [10]. Сравнение результатов проверок, проведённых в Дании, Франции, Германии, Венгрии, Латвии, Норвегии, Португалии и Великобритании, показали, что УФИ выше порогового уровня присутствует более чем в 55% проверенных объектов, а в некоторых странах этот показатель превышал 90%. Отмечены случаи, когда в соляриях в косметических целях использовались мощные устройства медицинского назначения, а также был неизвестен спектр УФИ [11].

Международный стандарт ГОСТ ИЕС 60335-2-27–2014⁷ устанавливает требования безопасности электрических приборов бытового и аналогичного применения, в том числе приборов, используемых в соляриях и салонах красоты.

³ СанПиН 001–96 «Санитарные нормы допустимых уровней физических факторов при применении товаров народного потребления в бытовых условиях». Постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 31.12.2020 г. № 46 признаны утратившими силу в части санитарно-эпидемиологических требований на территории Российской Федерации с 01.01.2021 г.

⁴ СП 2.1.3678–20 «Санитарно-эпидемиологические требования к эксплуатации помещений, зданий, сооружений, оборудования и транспорта, а также условиям деятельности хозяйствующих субъектов, осуществляющих продажу товаров, выполнение работ или оказание услуг» (п. 8.2.18).

⁵ ICNIRP GUIDELINES ON LIMITS OF EXPOSURE TO ULTRAVIOLET RADIATION OF WAVELENGTHS BETWEEN 180 nm AND 400 nm (INCOHERENT OPTICAL RADIATION) PUBLISHED IN: HEALTH PHYSICS 87(2):171–186; 2004 (Рекомендации по пределам воздействия ультрафиолетового излучения с длиной волны от 180 до 400 нм (некогерентное оптическое излучение).

⁶ EN 60335-2-27:2013 «Household and similar electrical appliances – Safety – Part 2-27: Particular requirements for appliances for skin exposure to ultraviolet and infrared radiation» (IEC 60335-2-27:2009, modified).

⁷ ГОСТ ИЕС 60335-2-27–2014 «Безопасность бытовых и аналогичных электрических приборов. Часть 2–27. Частные требования к приборам ультрафиолетового и инфракрасного излучений для ухода за кожей».

Согласно стандарту, суммарная действующая плотность потока излучения приборов, предназначенных для коммерческого использования, не должна превышать $0,7 \text{ Вт/м}^2$, что соответствует ранее действовавшей редакции EN 60335–2–27 и не учитывает внесённые в стандарт изменения. Согласно примечанию 6 раздела 32, допускается суммарная поверхностная плотность излучения $0,03 \text{ Вт/м}^2$ для длин волн от 200 до 280 нм, что значительно превышает предел, установленный европейским стандартом (необходимо отметить, что в таблицах ЕЕ.1, ЕЕ.2, ЕЕ.3 справочного приложения ЕЕ указано значение $0,003 \text{ Вт/м}^2$), и противоречит законодательству в области обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения.

Методическое обеспечение действующих гигиенических нормативов представлено межгосударственным стандартом ГОСТ ИЕС 60335–2–27–2014⁷ и рекомендациями по межгосударственной стандартизации РМГ 69–2003⁸. Эти документы имеют принципиальные различия в методических подходах к выполнению измерений (количество и размещение точек измерения, учёт отражённого УФИ).

Согласно стандарту, измерение интенсивности излучения выполняют спектро радиометрами при условии, что самая высокая интенсивность фиксируется в положениях, которые моделируют тело человека. Рассмотрены варианты для приборов, облучающих людей, находящихся в положении лёжа, сидя и стоя, конструкции с различным расположением облучающих поверхностей, а также представлены схемы с указанием точек измерения. При проведении измерений должны использоваться полуцилиндры радиусом 300 мм и радиусом 150 мм при облучении лица человека, предполагается также наличие основания толщиной 50 мм, а также материала для закрытия ламп, измерения которых не проводились. Это позволяет минимизировать отражённое УФИ, которого не было бы при нахождении человека в солярии. Число измерений в точке, обработка и оформление результатов измерений для оценки соответствия не представлены.

В рекомендациях предложена методика измерений характеристик оптического излучения соляриев с применением радиометра «Аргус» или другого УФ-радиометра (спектро радиометра) с заданными характеристиками. Для исключения влияния потока инфракрасного излучения применяется комплект светофильтров. Рабочая точка облучаемой поверхности располагается в центре солярия, при этом датчик СИ ориентируют параллельно облучаемой поверхности. Результат измерений энергетической освещённости представляется как среднее арифметическое значение результатов пяти измерений, рассчитывается относительная погрешность результата измерений, которая не должна превышать 12%. Противоречия действующих методических документов свидетельствуют о необходимости разработки методических указаний, устанавливающих единые требования к условиям и порядку проведения измерений, определению объёма работ, выбору точек измерения, а также к обработке, оформлению и оценке полученных результатов.

Цель исследования заключалась в обосновании методических подходов к проведению измерений энергетической освещённости УФИ в соляриях.

Материалы и методы

Проведены пилотные исследования УФИ в вертикальном турбосолярии (48 ламп мощностью 180 Вт, 3,6% УФ-В (3,6 R)). При обосновании объёма и условий исследования проведены измерения энергетической освещённости УФИ мини-солярия для лица (6 ламп мощностью 20 Вт, 1% УФ-В), имеющегося в открытой продаже.

Измерения выполняли согласно ГОСТ ИЕС 60335–2–27–2014⁷, РМГ–69–2003⁸, использовали СИ с областью применения, соответствующей проводимым испытаниям. Измерения

⁸ РМГ 69–2003 «Характеристики оптического излучения соляриев. Методика выполнения измерений».

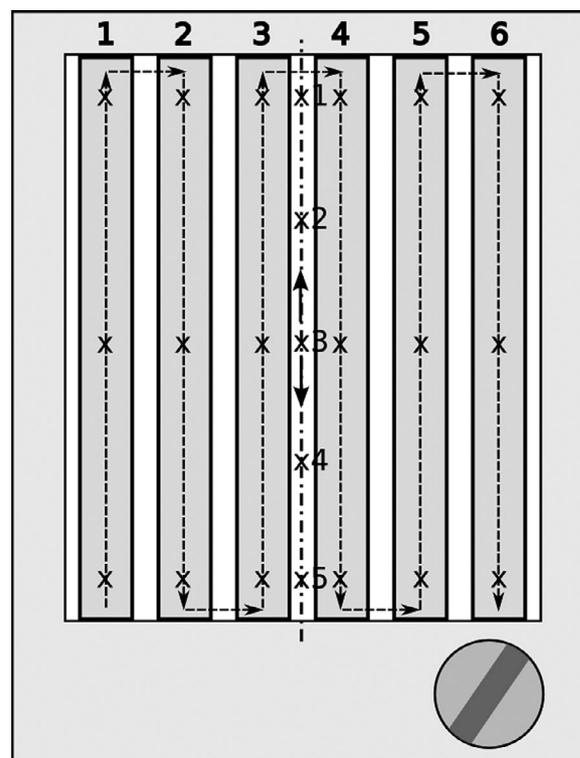


Схема проведения измерений УФИ от мини-солярия.
The scheme of UVR measurements from a mini-solarium.

уровней энергетической освещённости, создаваемой в спектральных диапазонах УФ-А (315–400 нм), УФ-В (280–315 нм), УФ-С (200–280 нм), выполняли с помощью прибора комбинированного «ТКА-ПКМ» (модель 12), УФ-радиометра с пределами допускаемой основной относительной погрешности измерений $\pm 10\%$ [пределы погрешности градуировки по источнику УФИ $\pm 5\%$ (ртутные лампы)] в диапазоне УФ-С – $1–20\,000 \text{ мВт/м}^2$, в диапазонах УФ-А, УФ-В – $10–60\,000 \text{ мВт/м}^2$ (номер в ГРСИ РФ 24248–09). Температуру воздуха в помещении определяли измерителем параметров микроклимата «Метеоскоп-М» (номер в ГРСИ РФ 32014–11), напряжение сети питания – вольтметром EQ72K класса точности 1,5 (номер в ГРСИ РФ 58686–14).

Температура в помещениях соответствовала требованиям к параметрам микроклимата для соляриев⁴. Измерения энергетической освещённости УФИ мини-солярия проводили в тёмное время суток с исключением каких-либо внешних заветков. До начала измерения энергетической освещённости УФИ мини-солярий работал в течение 30 мин (половина максимального времени облучения, допустимого таймером). Датчик СИ располагали на расстоянии 10 см от излучающего блока в соответствии с инструкцией по применению и положениями ГОСТ ИЕС 60335–2–27–2014⁷, согласно которому для приборов без определённого положения облучения, в частности тех, которые располагают на столе, измерительный прибор располагают параллельно излучающей поверхности и на минимальном рекомендованном расстоянии облучения, и ГОСТ ИЕС 61228–2019⁹. Измерения выполняли на заданном расстоянии от излучающего блока (10 см) в трёх контрольных точках по центральной оси каждой из шести ламп и в пяти контрольных точках по центральной оси излучающего блока (в том числе в центре излучающего блока). Контрольную точку с максимальной интенсивностью УФИ уточняли по результатам сканирования излучающей поверхности (см. рисунок). Дополнительно проведены измерения

⁹ ГОСТ ИЕС 61228–2019 «Лампы люминесцентные ультрафиолетовые для загара. Метод измерения характеристик и требования», раздел 5.2.

Таблица 2 / Table 2

Результаты измерений энергетической освещённости (Вт/м²) УФ-А от ламп мини-солярия
Results of measurements of UVA irradiance from mini-solarium lamps, W/m²

Точка измерения Point of measurement	Лампа № / Lamp No.						
	1	2	3	Центр / Centre	4	5	6
Верх / Top	11.63 ± 1.34	13.20 ± 1.52	16.35 ± 1.89	18.25 ± 2.11	17.40 ± 2.01	11.70 ± 1.35	10.43 ± 1.20
Центр / Centre	16.35 ± 1.89	28.50 ± 3.29	30.53 ± 3.53	31.13 ± 3.59	30.75 ± 3.55	30.68 ± 3.54	26.40 ± 3.05
Низ / Bottom	9.90 ± 1.14	20.10 ± 2.32	18.23 ± 2.11	19.88 ± 2.30	19.28 ± 2.23	18.53 ± 2.14	18.38 ± 2.12

Таблица 3 / Table 3

Результаты измерения энергетической освещённости (Вт/м²) УФ-И по центральной оси излучающего блока мини-солярия
Results of measurements of UVR irradiance along the central axis of the emitting unit of a mini-solarium, W/m²

Точка измерения Point of measurement	Спектральный диапазон УФ-И / The UVR spectral range		
	УФ-А UVA	УФ-В UVB	УФ-С UVC
1	18.50 ± 2.14	0.32 ± 0.04	< 0.001
2	29.10 ± 3.36	0.71 ± 0.08	0.0013 ± 0.0002
3	32.78 ± 3.79	0.79 ± 0.09	0.0024 ± 0.0003
4	30.15 ± 3.48	0.74 ± 0.09	0.0021 ± 0.0002
5	20.68 ± 2.39	0.68 ± 0.08	0.0011 ± 0.0001

Таблица 4 / Table 4

Результаты измерения энергетической освещённости (Вт/м²) УФ-И на различных расстояниях от излучающего блока мини-солярия
Results of measurements of UVR irradiance at various distances from the emitting unit of a mini-solarium, W/m²

Спектральный диапазон УФ-И The UVR spectral range	Расстояние от источника, м Distance from source, m		
	0.10	0.25	0.45
АФ-А / UVA	30.98 ± 3.58	27.08 ± 3.13	8.9 ± 1.03
УФ-В / UVB	0.75 ± 0.09	0.70 ± 0.08	0.21 ± 0.02
УФ-С / UVC	0.0020 ± 0.0002	< 0.001	< 0.001

на расстоянии 25 см от излучающего блока и установлено расстояние, на котором обеспечивается соблюдение гигиенических нормативов. Измерения энергетической освещённости УФ-И выполняли последовательно в диапазонах излучения А, В и С, в контрольной точке проводили не менее четырёх последовательных измерений в каждом диапазоне излучения. Истинное значение энергетической освещённости в контрольной точке определяли расчётным методом. Применение светофильтров позволило исключить влияние на результат измерения инфракрасной области спектра, что особенно важно при проведении измерений в коротковолновом диапазоне УФ-И.

С учётом сложности моделирования различных методических подходов к проведению измерений в стационарных соляриях исследования УФ-И в турбосолярии проводили в минимально необходимом объёме. Измерения выполняли на трёх высотах от опорной поверхности, соответствующих различным частям тела человека (0,5; 1; 1,5 м). Датчик СИ устанавливали на штативе на расстоянии 0,3 м от центральной вертикальной оси солярия в направлении блока, излучение которого измеряли. Измерения выполняли отдельно для каждого излучающего блока, а остальные при этом закрывали плотной тканью, не пропускающей УФ-И.

Результаты

Апробация различных методических подходов к измерениям УФ-И проведена на примере мини-солярия, выбор которого определён результатами изучения рынка доступных устройств, отвечающих всем сформулированным требованиям к экспериментальной установке: лампы со спектральными параметрами, характерными для современных соляриев; постоянный доступ в рабочую зону солярия без его отключения (не требуется вмешательство в работу систем управления и безопасности солярия); возможность работы в вертикальном и горизонтальном режимах эксплуатации; возможность измерений на различных расстояниях от излучающей поверхности; простота установки и эксплуатации; возможность проведения серий кратковременных измерений без применения кварцевого нейтрального ослабителя.

На первом этапе исследования определяли зону максимальной интенсивности излучения с измерением энергетической освещённости в диапазоне УФ-А, в котором сосредоточена основная энергия излучения ламп солярия. На втором этапе уточняли распределение интенсивности излучения в зоне с максимальными уровнями УФ-И, измеряли энергетическую освещённость во всех спектральных диапазонах. На третьем этапе определяли расстояние от излучающего блока, на котором обеспечивается соблюдение гигиенических нормативов. Максимальные результаты измерений с расширенной неопределённостью (уровень доверия $N = 95\%$, коэффициент охвата $k = 2$) представлены в табл. 2–4.

При проведении измерений энергетической освещённости в диапазоне УФ-А в верхней, нижней и средней частях каждой лампы и вдоль центральной вертикальной оси излучающего блока получены значения в диапазоне от $9,90 \pm 1,14$ до $31,13 \pm 3,59$ Вт/м², наибольшие значения для каждой лампы получены в точке, расположенной в центральной её части (от $16,35 \pm 1,89$ до $30,75 \pm 3,55$ Вт/м²). Максимальные значения получены в точках, расположенных вдоль центральной вертикальной оси излучающего блока: от $18,25 \pm 2,11$ Вт/м² в верхней части блока до $31,13 \pm 3,59$ Вт/м² в средней его части.

При уточнении распределения интенсивности излучения в зоне с максимальными уровнями УФ-И с измерением энергетической освещённости во всех спектральных диапазонах в пяти точках, равномерно распределённых вдоль центральной оси излучающего блока, уровни излучений в спектральном диапазоне УФ-А составляли от $18,50 \pm 2,14$ до $32,78 \pm 3,79$ Вт/м², в спектральном диапазоне УФ-В – от $0,32 \pm 0,04$ до $0,79 \pm 0,09$ Вт/м², в спектральном диапазоне УФ-С – от менее 0,001 до $0,0024 \pm 0,0003$ Вт/м². По результатам проведённых измерений на расстоянии 0,10 м от излучающего блока (минимально возможное расстояние, согласно инструкции по применению изделия) наибольшие значения энергетической освещённости УФ-И во всех диапазонах получены в центральной точке, что также подтверждено результатами сканирования излучающей поверхности.

На третьем этапе выполнена серия измерений на различных расстояниях от центральной точки солярия, в которой

получены максимальные значения энергетической освещённости УФФИ. Соответствие гигиеническим нормативам УФФИ для изделий облучательного действия установлено на расстоянии 0,45 м от излучающего блока. Соответствие гигиеническим нормативам УФФИ для изделий, генерирующих УФФИ [8], было бы возможно только на расстоянии 2 м.

Дополнительно проведены пилотные исследования УФФИ в вертикальном турбосолярии для сопоставления значений, полученных при измерениях от разных излучающих блоков. Установлено, что наибольшие значения энергетической освещённости УФФИ во всех диапазонах для блока № 1 (вентральная поверхность) получены на высоте 1 м ($91,5 \text{ Вт/м}^2$), для блока № 2 (дорсальная поверхность) – на высоте 0,5 м ($86,8 \text{ Вт/м}^2$), что подтверждает необходимость измерения в нескольких точках по высоте (длине) каждого излучающего блока в зависимости от типа солярия. Конструкция кабины (капсулы), возможная деградация датчика при длительных измерениях не позволили провести сканирование излучающей поверхности блоков.

Обсуждение

При подготовке программы исследования были проанализированы публикации, отражающие применение различных средств и методик выполнения измерений. Также изучены основные проблемы, возникающие при измерениях УФФИ с заданной точностью от различных источников [12–15]. Больше всего вопросов возникло при измерении коротковолнового УФФИ. По зарубежным литературным источникам изучали методические подходы к измерению УФФИ соляриев, но сопоставления результатов измерений не проводили из-за различий в критериях оценки. Интересны широкомасштабные исследования соляриев, отражающие не только результаты, но и методическое и приборное обеспечение работ.

Надзор за сектором искусственного загара в Греции, заключающийся в измерении эффективного излучения от 52 соляриев (26 горизонтальных и 26 вертикальных) для определения соответствия эффективному пределу УФ-излучения (250–400 нм – $0,3 \text{ Вт/м}^2$), показал несоответствие в 63,5% случаев (11,5% – вероятное превышение предела, 25% – соответствие) [16, 17]. Перед измерениями каждое устройство находилось в рабочем режиме для прогрева и стабилизации работы ламп. Измерения проводили с использованием штатива в разных точках внутри солярия, которые соответствуют различным частям тела человека (на высоте 50; 90; 140 и 170 см вдоль оси солярия на наименьшем возможном расстоянии от ламп до поверхности тела). Фиксировали среднее значение трёх последовательных измерений в каждой точке. Оценку проводили по наихудшему сценарию воздействия – максимальному из полученных значений внутри солярия с учётом расширенной неопределённости измерений (по сумме полученного значения и расширенной неопределённости измерений, уровень достоверности – 95,45%, коэффициент охвата – 2). Общедоступные УФ-радиометры использовали в местах эксплуатации источников УФФИ, где измерения не должны быть длительными и трудоёмкими. Сделан вывод о том, что дорогие и сложные в использовании спектрометрические приборы следует применять для дополнительных измерений при принятии решения о возможном несоответствии излучения солярия установленным требованиям. В более поздней работе [18] авторы приводят результаты исследований соляриев в разных странах. В 85% из 195 соляриев, изученных в Великобритании, 88% из 94 в Италии и 63% из 52 в Греции превысили допустимый уровень $0,3 \text{ Вт/м}^2$, а в соляриях Греции зафиксированы значения, в три раза превышающие допустимый уровень.

Результаты изучения 195 соляриев (99 вертикальных и 96 горизонтальных) в Соединённом Королевстве показали превышение эффективного предела воздействия (более 85%

соляриев) [19]. Измерения выполняли спектрометрическим с дополнительным встроенным внутренним фильтром для подавления оптического излучения с длиной волны выше 420 нм и портативным широкополосным УФ-радиометром Solarmeter 7.5 (диапазон измерений 0–19,99 Вт/м^2 , $E_{\text{eff}} (Ery)$ на четырёх уровнях (колени, талия, плечи и лицо) в каждом блоке. Измерения на разных уровнях позволили оценить уровни УФФИ с учётом применения разных ламп, различий сроков эксплуатации, наличия дефектов защитных экранов. Сравнение результатов измерений, полученных с применением спектрометрического и широкополосного радиометра, показало занижение значений широкополосными радиометрами только при малой доле излучения УФ-В в спектре ламп. Отмечена необходимость учёта не только уровня УФФИ, но и продолжительности воздействия.

В протоколе определения характеристик солярия [20] представлена методика выполнения измерений УФФИ, результаты тестирования и оценки различных приборов для измерения УФФИ (спектрометрические с двойным монохроматором и матричные, широкополосные УФ-радиометры). Основные положения методики соответствуют европейскому стандарту EN 60335–2–27:2013⁶ и ГОСТ IEC 60335–2–27–2014⁷. Для быстрого определения точки с максимальной интенсивностью излучения (трудновыполнимое на практике сканирование поверхности) применяется широкополосный радиометр, калибровка которого не всегда соответствует спектру излучения солярия, что может привести к погрешности измерения $\pm 40\%$. В точке с максимальной интенсивностью излучения (центр излучающей поверхности) проводят измерения спектрометрическим, обеспечивающим выполнение всех требований точности измерений. Результат оценивают с учётом неопределённости измерений. Необходимо отметить, что спектрометрические с двойным монохроматором практически непригодны для транспортировки и имеют высокую стоимость. При этом более доступные и транспортабельные матричные спектрометрические соответствуют требованиям к точности измерений при наличии специальных полосовых фильтров, подавляющих рассеянный свет.

Результаты измерений УФФИ и анализ представленных в публикациях результатов обследования соляриев показали, что для каждого излучающего блока необходимы измерения в контрольных точках, расположенных на кратчайшем расстоянии от ламп до поверхности тела человека, что соответствует положениям ГОСТ IEC 60335–2–27–2014⁷. Целесообразно проведение измерений на трёх уровнях, поскольку это позволяет использовать при оценке максимальный из полученных результатов с учётом расширенной неопределённости. При проведении измерений следует использовать штатив. Это позволяет оператору зафиксировать датчик СИ на заданном расстоянии от излучающей поверхности и находиться вне кабины солярия при проведении измерений. Необходимо исключить влияние на результат измерения других спектральных диапазонов, однако это требование не отражено в эксплуатационной документации СИ, и корректирующие светофильтры и кварцевый нейтральный ослабитель, использование которых соответствует рекомендациям, не предусмотрены в комплектации СИ.

Заключение

Проведённые исследования показали, что для объективной оценки УФФИ соляриев и возможности сопоставления результатов необходима разработка методического документа, устанавливающего единые требования к условиям и порядку проведения измерений, определению объёма работ, выбору точек измерения, а также к обработке, оформлению и оценке полученных результатов. Необходимо решить задачи, связанные с применением УФ-радиометров в испытательных лабораторных центрах (лабораториях), для проведения измерений в местах эксплуатации соляриев.

Литература

(п.п. 1, 2, 4, 5, 9–11, 16–20 см. References)

3. Блох А.И., Стасенко В.Л. Эпидемиологический надзор за заболеваемостью населения меланомой и другими злокачественными новообразованиями кожи на региональном уровне. *Фундаментальная и клиническая медицина*. 2020; 5(1): 64–70. <https://doi.org/10.23946/2500-0764-2020-5-1-64-70> <https://elibrary.ru/xerwvc>
6. Асхаков М.С., Чеботарев В.В. Ультрафиолетовое облучение кожи и фотопротекция в косметологии. *Научное обозрение. Медицинские науки*. 2017; (6): 5–13. <https://elibrary.ru/lbxzfb>
7. Кравченко О.К., Ермоленко А.Е., Курьеров Н.Н. Ультрафиолетовое излучение: проблемы гигиенической оценки источников и регламентации воздействия. *Медицина труда и промышленная экология*. 2008; (12): 25–8. <https://elibrary.ru/kgxcvr>
8. Кравченко О.К. Комплексная гигиеническая оценка соляриев. *Гигиена и санитария*. 2011; (6): 25–9. <https://elibrary.ru/oohub>
12. Ильина Е.И., Ильин А.В., Трушина О.Б., Частухина Т.Н. Проблемы измерений и оценки неионизирующих электромагнитных излучений оптического диапазона. Доступно: <https://clck.ru/3CyksG>
13. Томский К.А. Особенности измерения ультрафиолетового излучения при специальной оценке условий труда. *Промышленный вестник*. 2014; (5): 4–5.
14. Пантелеев С.В. Проблемы и перспективы метрологического обеспечения измерений энергетической освещенности. *Главный метролог*. 2015; (6): 1–5.
15. Рознер Т. Проблемы измерения УФ-излучения. *Современная светотехника*. 2017; (6): 36–41.

References

1. O'Sullivan N.A., Tait C.P. Tanning bed and nail lamp use and the risk of cutaneous malignancy: a review of the literature. *Australas. J. Dermatol.* 2014; 55(2): 99–106. <https://doi.org/10.1111/ajd.12145>
2. Doré J.F., Chignol M.C. UV driven tanning salons: danger on main street. *Adv. Exp. Med. Biol.* 2017; 996: 335–46. https://doi.org/10.1007/978-3-319-56017-5_28
3. Blokh A.I., Stasenko V.L. Surveillance for melanoma and other skin cancers at the regional level. *Fundamental'naya i klinicheskaya meditsina*. 2020; 5(1): 64–70. <https://doi.org/10.23946/2500-0764-2020-5-1-64-70> <https://elibrary.ru/xerwvc> (in Russian)
4. Reichrath J., Lindqvist P.G., DE Grujil F.R., Pilz S., Kimball S.M., Grant W.B., et al. A critical appraisal of the recent reports on sunbeds from the European Commission's scientific committee on health, environmental and emerging risks and from the World Health Organization. *Anticancer. Res.* 2018; 38(2): 1111–20. <https://doi.org/10.21873/anticancer.12330>
5. Scalbert C., Grenier M., Maire C., Cottencin O., Bonneville F., Behal H., et al. Indoor tanning: motivations and beliefs among users and non-users in the population of Lille (Northern France). *Annales de Dermatologie et de Vénérologie*. 2015; 142(1): 10–6. <https://doi.org/10.1016/j.annder.2014.09.006> (in French)
6. Askhakov M.S., Chebotarev V.V. Ultraviolet irradiation of the skin and photoprotective in cosmetology. *Meditsinskie nauki*. 2017; (6): 5–13. <https://elibrary.ru/lbxzfb> (in Russian)
7. Kravchenko O.K., Ermolenko A.E., Kur'evov N.N. Ultraviolet rays: problems of hygienic evaluation of the sources and regulation of the effects. *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya*. 2008; (12): 25–8. <https://elibrary.ru/kgxcvr> (in Russian)
8. Kravchenko O.K. Comprehensive hygienic assessment of solarium. *Gigiena i Sanitaria (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2011; (6): 25–9. <https://elibrary.ru/oohub> (in Russian)
9. Ernst A., Grimm A., Lim H.W. Tanning lamps: health effects and reclassification by the Food and Drug Administration. *J. Am. Acad. Dermatol.* 2015; 72(1): 175–80. <https://doi.org/10.1016/j.jaad.2014.10.016>
10. Askounis P., Boziari A., Carinou E., Drikos G., Economides S., Hourdakos C.J., et al. A holistic approach to assessment of population exposure to radiation: challenges and initiatives of a regulatory authority. *Health Phys.* 2018; 115(4): 474–89. <https://doi.org/10.1097/HP.0000000000000912>
11. Longo M.I., Bulliard J.L., Correia O., Maier H., Magnússon S.M., Konno P., et al. Sunbed use legislation in Europe: assessment of current status. *J. Eur. Acad. Dermatol. Venereol.* 2019; 33 Suppl 2: 89–96. <https://doi.org/10.1111/jdv.15317>
12. Il'ina E.I., Il'in A.V., Trushina O.B., Chastukhina T.N. Problems of measurement and evaluation of non-ionizing electromagnetic radiation of optical range. Available at: https://octava.info/Problems_of_measurement_and_evaluation_of_non-ionizing_electromagnetic_radiation_of_optical_range (in Russian)
13. Tomskii K.A. Measurement features of ultraviolet radiation in a special assessment of working conditions. *Promyshlennyy vestnik*. 2014; (5): 4–5. (in Russian)
14. Pantelev S.V. Problems and perspectives of metrological support for measurements of irradiance. *Glavnyi metrolog*. 2015; (6): 1–5. (in Russian)
15. Rozner T. UV-radiation measurement problems. *Sovremennaya svetotekhnika*. 2017; (6): 36–41. (in Russian)
16. Petri A., Karabetsos E. Sunbeds' ultraviolet radiation measurements with different radiometers and criteria for compliance assessment set by the national competent authority in Greece. *Phys. Med.* 2016; 32(9): 1145–55. <https://doi.org/10.1016/j.ejmp.2016.08.022>
17. Petri A., Karabetsos E. Effective ultraviolet irradiance measurements from artificial tanning devices in Greece. *Radiat. Prot. Dosimetry*. 2015; 167(4): 490–501. <https://doi.org/10.1093/rpd/ncu346>
18. Petri A., Karabetsos E. A strategic framework for the development and enhancement of safety culture in the artificial tanning sector in Greece. *J. Radiol. Prot.* 2018; 38(3): 1234–43. <https://doi.org/10.1088/1361-6498/aach3f>
19. Khazova M., O'Hagan J.B., Robertson S. Survey of UV Emissions from Sunbeds in the UK. *Photochem. Photobiol.* 2015; 91(3): 545–52. <https://doi.org/10.1111/php.12425>
20. Aide à l'exécution concernant l'utilisation de solariums – Étape d'exécution 6: protocole de caractérisation d'un solarium. Available at: <https://clck.ru/3Cykyb> (in French)

Сведения об авторах

Криит Владимир Евгеньевич, канд. хим. наук, доктор биол. наук, руководитель отд. физических факторов ФБУН «СЗНЦ гигиены и общественного здоровья» Роспотребнадзора, 191036, Санкт-Петербург, Россия. E-mail: v.kriit@s-znc.ru

Сладкова Юлия Николаевна, ст. науч. сотр. отд. физических факторов ФБУН «СЗНЦ гигиены и общественного здоровья» Роспотребнадзора, 191036, Санкт-Петербург, Россия. E-mail: Sladkova.julia@list.ru

Скляр Дмитрий Николаевич, мл. науч. сотр. отд. физических факторов ФБУН «СЗНЦ гигиены и общественного здоровья» Роспотребнадзора, 191036, Санкт-Петербург, Россия. E-mail: d.sklyar@s-znc.ru

Плекханов Владимир Павлович, науч. сотр. отд. физических факторов ФБУН «СЗНЦ гигиены и общественного здоровья» Роспотребнадзора, 191036, Санкт-Петербург, Россия. E-mail: wplekhanov@bk.ru

Волчкова Ольга Валентиновна, науч. сотр. отд. физических факторов ФБУН «СЗНЦ гигиены и общественного здоровья» Роспотребнадзора, 191036, Санкт-Петербург, Россия. E-mail: 4291907@gmail.com

Дубровская Екатерина Николаевна, науч. сотр. отделения изучения электромагнитных излучений отд. физических факторов, ФБУН «СЗНЦ гигиены и общественного здоровья» Роспотребнадзора, 191036, Санкт-Петербург, Россия

Information about the authors

Vladimir E. Kriit, PhD (Chemistry), Dr. Habil (Biology), head of the Physical Factors Department, North-West Scientific Center of Hygiene and Public Health, Saint Petersburg, 191036, Russian Federation, <https://orcid.org/0000-0002-1530-4598> E-mail: v.kriit@s-znc.ru

Yulia N. Sladkova, senior researcher, Physical Factors Department, North-West Scientific Center of Hygiene and Public Health, Saint Petersburg, 191036, Russian Federation, <https://orcid.org/0000-0003-1745-2663> E-mail: Sladkova.julia@list.ru

Dmitriy N. Sklyar, junior researcher, Physical Factors Department, North-West Scientific Center of Hygiene and Public Health, Saint Petersburg, 191036, Russian Federation, <https://orcid.org/0000-0002-6839-2181> E-mail: d.sklyar@s-znc.ru

Vladimir P. Plekhanov, researcher, Physical Factors Department, North-West Scientific Center of Hygiene and Public Health, Saint Petersburg, 191036, Russian Federation, <https://orcid.org/0000-0002-8141-7179> E-mail: wplekhanov@bk.ru

Olga V. Volchkova, researcher, Physical Factors Department, North-West Scientific Center of Hygiene and Public Health, Saint Petersburg, 191036, Russian Federation, <https://orcid.org/0000-0003-1033-5165> E-mail: 4291907@gmail.com

Ekaterina N. Dubrovskaya, researcher, Department of Electromagnetic Radiation Research of the Department of Physical Factors, North-West Scientific Center of Hygiene and Public Health, St.-Petersburg, 191036, Russian Federation, <https://orcid.org/0000-0003-4235-378X>