
**ПРИБОРОСТРОЕНИЕ ДЛЯ БИОЛОГИИ
И МЕДИЦИНЫ**

УДК 681.785

© Е. Е. Майоров, С. В. Колесниченко, Г. А. Цыганкова, А. Ч. Машек,
А. А. Константинова, Е. А. Писарева, 2021

**ИССЛЕДОВАНИЕ ДЕЗИНФИЦИРУЮЩИХ СРЕДСТВ
АВТОМАТИЗИРОВАННЫМ СПЕКТРОМЕТРОМ,
РАБОТАЮЩИМ В ВИДИМОЙ ОБЛАСТИ СПЕКТРА**

В работе освещен современный спектральный прибор для измерений оптических параметров жидкофазных твердотельных материалов. Показано, что разработка данных приборов перспективна для оптического приборостроения и науки в целом, т.к. эти приборы информативные, высокоточные и извлекают достоверную информацию. В работе приведены внешний вид, структурная схема и осветительная система спектрометра. Получены спектральные зависимости коэффициента пропускания от длины волны в видимом диапазоне спектра дезинфицирующих средств Лайк, Гранд, Аквалайт (1% растворы). Для анализа исследуемых веществ применялись специализированные кюветы с рабочей длиной от 0.1 до 0.5 мм и оптическими площадками из лейкосапфира. Кюветы имели толщину 0.05 мм. Спектрометр обеспечивал измерение коэффициента пропускания дезинфектантов в диапазоне длин волн 380–760 нм с погрешностью не хуже $\Delta T \leq 2\%$.

Кл. сл.: дезинфектант, спектральный прибор, длина волны, коэффициент пропускания, двухлинзовый конденсор, оптический фильтр, кювета

ВВЕДЕНИЕ

Развитие различных направлений производств ведет к совершенствованию методов и средств научной базы экспериментальных исследований. Важное место занимают методы оптического контроля [1, 2]. Эти методы дают возможность достижения наиболее достоверных результатов эксперимента в отсутствие механических контактов с предметом исследования. В этой области наиболее универсальными методами исследований являются спектральные методы и технические средства [3, 4]. Эти методы позволяют решать такую задачу, как исследование состава, структуры и состояния исследуемого вещества в разных агрегатных состояниях [5, 6].

Современные спектральные методы и средства измерений оптических параметров жидкофазных, твердотельных и газообразных сред и работа соответствующих приборов и систем основаны на получении спектров поглощения, пропускания, отражения от исследуемых образцов [7, 8]. Анализ литературных данных показал, что наиболее перспективными в этом классе приборов являются спектральные приборы, работающие в видимой области спектра ($\lambda = 380\text{--}760$ нм) [9, 10]. Данное направление в оптическом приборостроении перспективно, приборы и системы имеют высокую точность измерений, малогабаритны, удовлетворяют требованиям производственного контроля, просты в эксплуатации [11, 12].

Поэтому исследование оптических свойств дезинфицирующих средств может представлять интерес для компаний-производителей, медицины, а также оптического приборостроения.

Цель работы состояла в получении оптических параметров дезинфицирующих средств посредством автоматизированного спектрального прибора, работающего в видимом диапазоне длин волн.

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Значимым на практике является получение оптических параметров по жидкофазным дезинфицирующим средствам:

- в медицинских учреждениях, объектах коммунальной и социальной сфер;
- на промышленных предприятиях, объектах торговли и оказания услуг;
- в индустрии красоты, спорта и туризма;
- на предприятиях питания, транспорта, в сфере образования;
- в быту и на любых других объектах, где присутствует человек и нужно обеспечить его безопасность в отношении патогенных микроорганизмов.

Производители дезинфектантов рекомендуют свой продукт по химическому составу вещества. Огромный интерес представляет получение оптических параметров исследуемых веществ спектрометрией. А это означает, что описываемая

разработка может представлять интерес как для медицины, так и для любой области, где ведется деятельность человека.

ОБЪЕКТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Дезинфицирующие средства можно классифицировать по нескольким основным группам: жидкие концентраты, дезинфицирующие таблетки и гранулы, дезинфицирующие средства в форме кожных антисептиков и жидкого мыла. В работе исследовались жидкие концентраты (дезинфицирующие средства Лайк, Гранд, Аквалайт).

Лайк состоит из ингибиторов коррозии, синергистов и функциональных добавок; pH 7.0 для 1% водного раствора. Хорошо биоразлагаем и экологически безопасен, активно влияет на вирусы — аденовирусы, гриппа H5N1, гриппа H1N1, парагриппа, ОРВИ, SARS, — энтеровирусы, ротавирусы, вирусы гепатитов А, Е, В, С, D, G, герпеса, ВИЧ, полиомиелита. Удаляет грибы рода *Candida*, *Trichophyton*, плесневые грибы, а также особо опасные инфекции (чума, холера, туляремия).

В состав Гранд входят третичные амины, изопропиловый спирт, ингибиторы коррозии и функциональные добавки. Не требуется смывание рабочего раствора после дезинфекции, применяется в присутствии пациентов, сохраняет свои свойства после замораживания и оттаивания. Качественно действует на грамположительные и грамотрицательные бактерии, вирусы (в том числе аденовирусы, гриппа H5N1, гриппа H1N1, парагриппа, ОРВИ, SARS, энтеровирусы, ротавирусы, вирусы гепатитов А, Е, В, С, D, G, герпеса, ВИЧ, полиомиелита). Высокоэффективен против грибов рода *Candida*, *Trichophyton*, плесневелых грибов. Удаляет цисты и ооцисты простейших, яйца и личинки гельминтов.

Аквалайт содержит активный хлор в виде координационно-связанного неорганического комплекса; ингибиторы коррозии, эмульгаторы и функциональные компоненты. Эта жидкость представляет собой четвертый (самый низкий) класс опасности, стабильно работает даже при минимальных концентрациях рабочих растворов, способна противостоять резистентности микроорганизмов. Качественно действует на грамположительные и грамотрицательные бактерии. Блокирует вирусы (в том числе аденовирусы, все типы вирусов гриппа, полиомиелита, энтеральных, парентеральных гепатитов, герпеса, "атипичной пневмонии" (SARS), ВИЧ-инфекции и др., включая коронавирусы), а также патогенные грибы рода *Candida*, *Trichophyton*.

Исследуемые дезинфектанты были предоставлены представителями группы компаний "Континент".

СПЕКТРОМЕТР ДЛЯ ВИДИМОЙ ОБЛАСТИ СПЕКТРА ($\lambda = 380\text{--}760\text{ нм}$)

Для исследования спектров пропускания жидких концентратов (дезинфицирующие средства Лайк, Гранд, Аквалайт) в видимом диапазоне длин волн использовался спектрометр, внешний вид и структурная схема которого приведены на рис. 1 и рис. 2.

В процессе измерений снимались спектры пропускания исследуемых веществ. В состав спектрометра входили полихроматор с вогнутой дифракционной решеткой, устанавливаемой на классическом круге Роуланда, фотоприемное устройство (ПЗС-линейка) и система освещения (осветитель). Вогнутая дифракционная решетка параллельно выполняла функции фокусирующего и диспергирующего элементов и не требовала применения дополнительной оптики [13–15]. Фотоприемное устройство находилось на круге Роуланда напротив дифракционной решетки, что обеспечивало быстрое действие спектрометра и одновременно упрощало конструкцию в целом, т.к. позволяло исключить механическую систему сканирования спектра.



Рис. 1. Внешний вид спектрометра

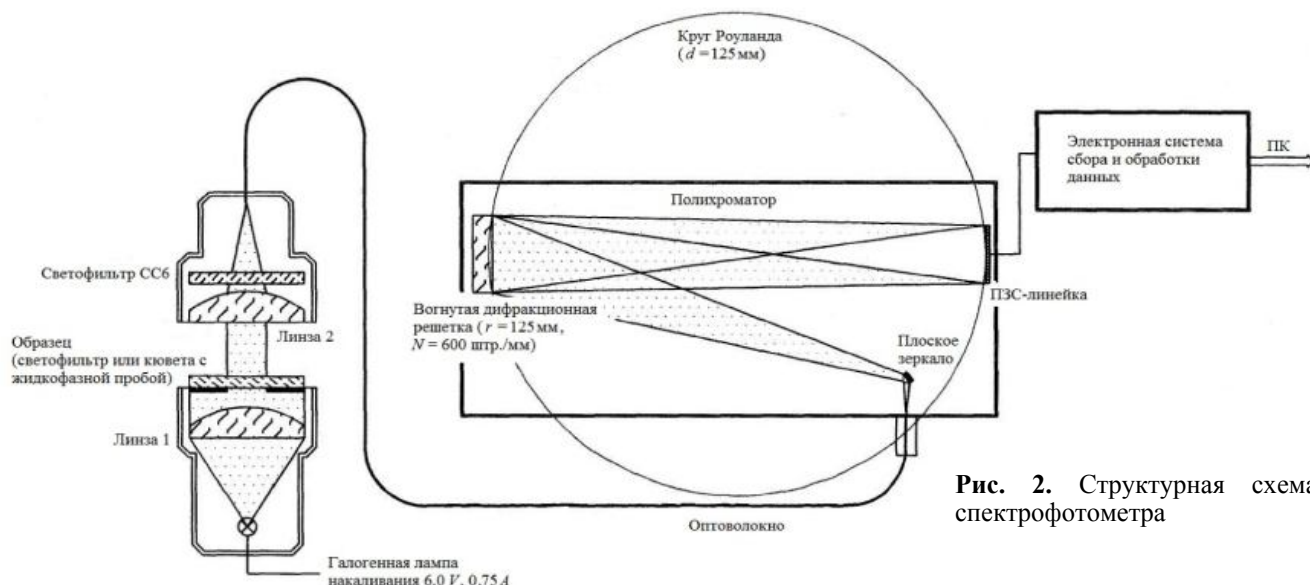


Рис. 2. Структурная схема спектрофотометра

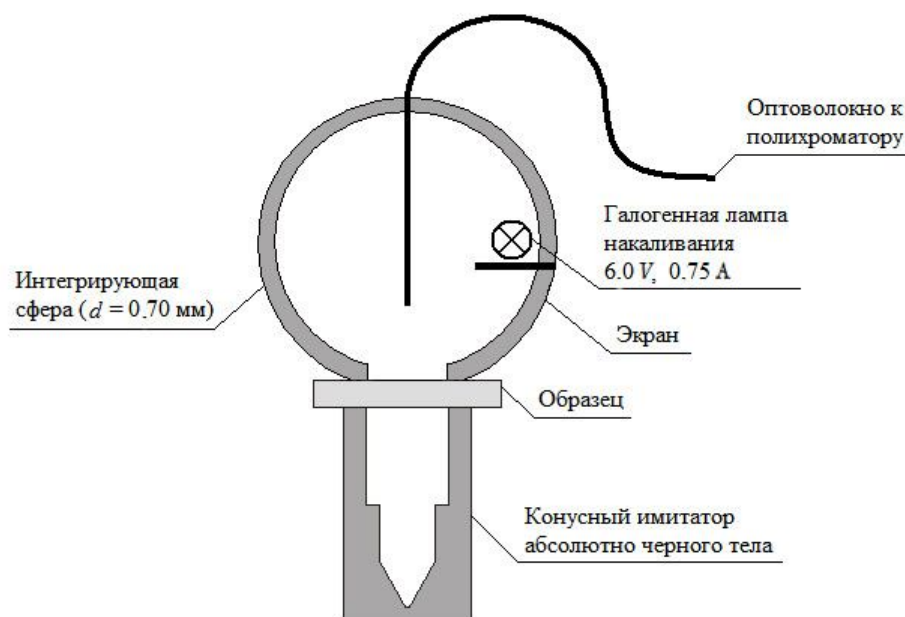


Рис. 3. Схема осветительной системы (осветитель)

На рис. 3 приведен осветитель, где была применена лампа накаливания с криптоновым наполнением (рабочее напряжение 6.0 V, ток 0.75 A). Использование криптонового наполнения позволяло увеличить светоотдачу лампы за счет более высокой температуры спирали накала.

Для анализа, исследуемого вещества применялись специализированные кюветы с рабочей длиной от 0.1 мм до 0.5 мм и оптическими площадками из лейкосапфира. Кюветы имели толщину

0.05 мм. Кюветы с измеряемыми жидкофазными средами устанавливались в коллимированном пучке света, который формируется двухлинзовым (линзы 1 и 2) конденсором.

Выравнивание распределения интенсивности света в пределах спектрального диапазона 380–760 нм обеспечивалось дополнительным оптическим фильтром на основе цветного стекла СС-6.

Используемое программное обеспечение осуществляло вывод результатов измерений спектров

пропускания в виде числовых массивов и в графической форме (в виде зависимости коэффициента пропускания от длины волны), а также сохраняло эти данные.

Спектрометр обеспечивал измерение коэффициента пропускания дезинфектантов в диапазоне длин волн 380–760 нм с погрешностью не хуже $\Delta T \leq 2\%$.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

Исследуемые однопроцентные растворы дезинфицирующих средств были помещены в кюветы.

В работе были измерены спектры пропускания растворов и дистиллированной воды, которые приведены на рис. 4.

На рис. 4 показано распределение коэффициента пропускания от длины волны исследуемых 1% растворов и дистиллированной воды.

Характерные особенности в видимых спектрах исследованных веществ были разными. Однако спектральные зависимости дезинфектантов Лайк и Гранд по форме были сравнимы, а положение характерного максимума пропускания приходилось на длину волны $\lambda = 580$ нм (минимум поглощения $K(\lambda)$ — это "плечо" для Лайк и Гранд). Спектральный минимум прозрачности для Аква-

лайт в видимой области спектра приходится на $\lambda = 595$ нм (максимум поглощения — "плечо" в спектре $K(\lambda)$ для Аквалайт соответственно). На длинноволновой границе рабочего спектрального диапазона ($\lambda \geq 750$ нм) все спектры монотонно стремились к максимуму и с учетом погрешности измерений T из-за потерь на границах раздела "окно кюветы — исследуемый раствор" вследствие существенного различия в показателе преломления растворов различного состава были близки к прозрачности кюветы с дистиллированной водой, принятом за эталон с $T = 100\%$. Важно, что при одинаковой концентрации (1%) Лайк и Гранд положение характерных спектральных особенностей практически совпадало в обоих дезинфектантах (кривые 3, 4). Кривая 2 (Аквалайт) отличалась от спектральных зависимостей Лайк и Гранд. По-видимому, это связано с наличием хлора в виде координационно-связанного неорганического комплекса.

В приведенных исследованиях на рис. 4 видно, что коэффициенты пропускания данных дезинфектантов отличны друг от друга. Поэтому в дальнейших исследованиях и при производстве дезинфектантов необходимо учитывать не только химический состав, но и оптические свойства веществ.

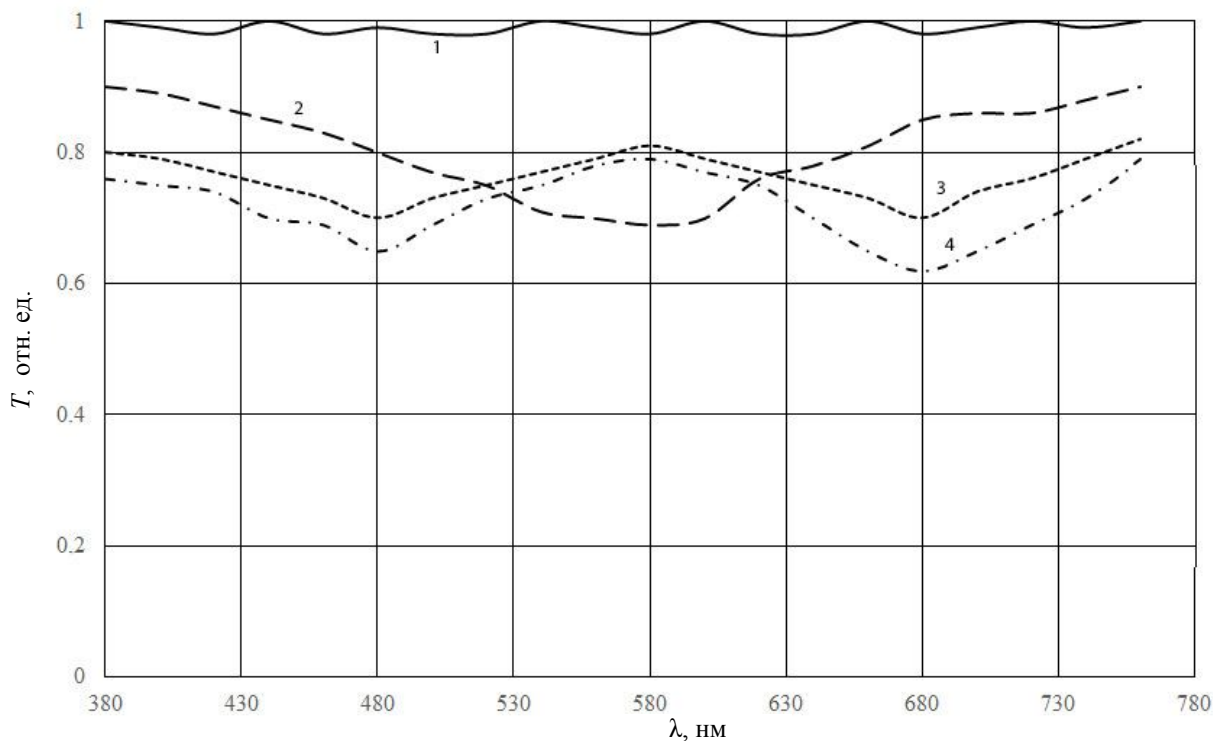


Рис. 4. Спектры пропускания исследуемых дезинфицирующих средств с концентрацией 1% и дистиллированной воды.
1 — вода; 2 — Аквалайт; 3 — Гранд; 4 — Лайк

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Представленная возможность применения автоматизированного спектрального прибора может быть использована для изучения оптических свойств дезинфицирующих средств в форме жидких антисептиков и жидкого мыла, а также твердых дезинфектантов.

Данная работа представляет интерес для оптического приборостроения, медицины, экологии, биологии и промышленности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Борн М., Вольф Э. Основы оптики. М.: Наука, 1970. 855 с.
2. Майоров Е.Е. Исследование оптических свойств жидкофазных сред на основе гликолей // Научное обозрение. 2013. № 4. С. 166–176.
3. Ландсберг Г.С. Оптика. М.: Наука, 1976. 926 с.
4. Майоров Е.Е., Прокопенко В.Т., Ушверидзе Л.А. Исследование ультрафиолетового спектрофотометра ($\lambda = 200\div 400$ нм) и его компонентов // Приборы. 2014. Т. 164, № 2. С. 10–15.
5. Майоров Е.Е., Машек А.Ч., Цыганкова Г.А., Хайдаров А.Г., Абрамян В.К., Зайцев Ю.Е. Разработка лабораторного спектрофотометра видимой области спектра для контроля жидкофазных сред // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. 2016. № 8. С. 42–46.
6. Майоров Е.Е., Машек А.Ч., Цыганкова Г.А., Хохлова М.В., Курлов А.В., Черняк Т.А., Фадеев А.О. Компьютерное моделирование оптических спектров диметилсульфоксида ($(\text{CH}_3)_2\text{SO}$) и диметилсульфона ($(\text{CH}_3)_2\text{SO}_2$) для рефрактометрических средств контроля // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. 2016. № 12. С. 35–41.
7. Майоров Е.Е., Машек А.Ч., Цыганкова Г.А., Писарева Е.А. Исследование спектрофотометра ультрафиолетовой области длин волн для анализа спектров пропускания дисперсных сред // Известия тульского государственного университета. Технические науки. 2018. № 4. С. 357–365.
8. Майоров Е.Е., Туровская М.С., Литвиненко А.Н., Черняк Т.А., Курлов В.В., Дагаев А.В., Пономарев С.Е., Катунин Б.Д. Исследование разработанного спектрофотометра для ультрафиолетовой области спектра и его технико-экономическое обоснование // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. 2018. № 7. С. 38–43.
9. Майоров Е.Е., Шаламай Л.И., Кузьмина Д.А., Мендоса Е.Ю., Нарушак Н.С., Сакерина А.И. Спектральный анализ стоматологического реставрационного материала и зубной ткани пациентов разных возрастных групп in vitro // Известия тульского государственного университета. Технические науки. 2020. № 8. С. 105–114.
10. Кузьмина Д.А., Мендоса Е.Ю., Майоров Е.Е., Нарушак Н.С., Сакерина А.И., Шаламай Л.И. Экспериментальные исследования оптических свойств твердых тканей передних зубов и современных синтетических пломбировочных материалов // Стоматология для всех. 2020. № 4. С. 58–62. DOI: 10.35556/idr-2020-4(93)58-62.
11. Кузьмина Д.А., Мендоса Е.Ю., Майоров Е.Е., Нарушак Н.С., Шаламай Л.И. Спектроскопия отражения тканей зубов in vitro и наногибридных реставрационных материалов // MEDICUS. Международный медицинский научный журнал. 2020. Т. 35, № 5. С. 68–73.
12. Кузьмина Д.А., Майоров Е.Е., Шаламай Л.И., Мендоса Е.Ю., Нарушак Н.С. Использование метода спектроскопии отражения для распознавания подлинности стоматологических реставрационных материалов // Известия высших учебных заведений. Приборостроение. 2021. Т. 64, № 1. С. 63–70. DOI: 10.17586/0021-3454-2021-64-1-63-70
13. Майоров Е.Е., Черняк Т.А., Цыганкова Г.А., Машек А.Ч., Константинова А.А., Писарева Е.А. Спектральное исследование текстильного оптического отбеливателя и органического красителя // Научное приборостроение. 2021. Т. 31, № 1. С. 73–83. DOI: 10.18358/np-31-1-e010
14. Арефьев А.В., Гулиев Р.Б., Майоров Е.Е., Коцкович В.Б., Пушкина В.П., Хохлова М.В. Спектрофотометрия основных дезинфицирующих веществ в ультрафиолетовом диапазоне длин волн // Известия высших учебных заведений. Приборостроение. 2021. Т. 64, № 4. С. 294–299. DOI 10.17586/0021-3454-2021-64-4-294-299
15. Кузьмина Д.А., Шаламай Л.И., Мендоса Е.Ю., Майоров Е.Е., Нарушак Н.С. Флуоресцентная спектроскопия для анализа пломбировочных материалов и твердых тканей зубов in vitro // Известия высших учебных заведений. Приборостроение. 2021. Т. 64, № 7. С. 576–582. DOI: 10.17586/0021-3454-2021-64-7-576-582

Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения (ГУАП), Санкт-Петербург (Майоров Е.Е.)

Государственный университет морского и речного флота им. адмирала С.О. Макарова, Санкт-Петербург (Колесниченко С.В.)

Военно-морской политехнический институт, Санкт-Петербург, г. Пушкин (Цыганкова Г.А., Машек А.Ч.)

Военная академия связи им. С.М. Буденного, Санкт-Петербург (Константинова А.А.)

Михайловская военная артиллерийская академия, Санкт-Петербург (Писарева Е.А.)

Контакты: Майоров Евгений Евгеньевич,
majorov_ee@mail.ru

Материал поступил в редакцию 01.09.2021

EXAMINATION OF DISINFECTANTS USING AN AUTOMATED SPECTROMETER OPERATING IN THE VISIBLE RANGE OF THE SPECTRUM

E. E. Maierov¹, S. V. Kolesnichenko², G. A. Tsygankova³,
A. C. Mashek³, A. A. Konstantinova⁴, E. A. Pisareva⁵

¹ Saint-Petersburg state university of aerospace instrumentation (GUAP), Saint Petersburg, Russia

² Admiral Makarov State University of Maritime and Inland Shipping, Saint-Petersburg, Russia

³ The naval polytechnic institute, Pushkin, Russia

⁴ Military Academy of telecommunications named. S.M. Budyonny, Saint-Petersburg, Russia

⁵ Mikhailovskaya military artillery academy, Saint-Petersburg, Russia

The paper highlights a modern spectral device for measuring the optical parameters of solid-state materials in liquid-phase. The development of these devices is promising for optical instrumentation and science in general, since these devices are informative, highly accurate and provide reliable information. In the paper the appearance, block diagram and lighting system of the spectrometer are presented. The spectral dependences of the transmission on the wavelength in the visible range of the spectrum for disinfectants Like, Grand, Aqualite (1% solutions) are obtained. For the analysis of the studied substances, specialized cuvettes with a working length from 0.1 to 0.5 mm and leucosapfir optical pads were used. The cuvettes were 0.05 mm thick. The spectrometer provided measurement of the transmission of disinfectants in the wavelength range of 380–760 nm with an error not worse than $\Delta T \leq 2\%$.

Keywords: disinfectant, spectral device, wavelength, transmission coefficient, two-lens condenser, optical filter, cuvette

INTRODUCTION

The development of various directions of production is associated with the improvement of methods and means of the scientific base of experimental research. Optical inspection methods play an important role [1, 2]. These methods let to achieve the most reliable experimental results without mechanical contacts with the subject of research. In this area, the most versatile research methods are spectral methods and technical means [3, 4]. These methods let to solve such a problem as the study of the composition, structure and state of the investigated substance in different states of aggregation [5, 6].

Modern spectral methods and instruments for measuring the optical parameters of liquid-phase, solid-state and gaseous media and the operation of the corresponding instruments and systems are based on obtaining absorption, transmission, and reflection spectra of the samples under study [7, 8]. Analysis of the science data showed that the spectral devices operating in the visible region of the spectrum ($\lambda = 380\text{--}760\text{ nm}$) are the most promising in this class of devices [9, 10]. This direction in optical instrumentation is

promising: devices and systems have a high measurement accuracy and small sizes, meet the requirements of production control, and are easy to operate [11, 12].

Therefore, studies of the optical properties of disinfectants may be of interest to manufacturing companies, health care institutions, and optical instrumentation research centers.

The aim of the work was to obtain the optical parameters of disinfectants by means of an automated spectral device operating in the visible wavelength range.

FORMULATION OF THE PROBLEM

In practice, it is significant to obtain optical parameters for liquid-phase disinfectants

- in medical institutions, municipal and social facilities;
- in industrial enterprises, trade and service facilities;
- in the beauty industry, sports and tourism;
- at food enterprises, transport, in education;

–by people in everyday life and in any other locations where it is necessary to ensure safety of people from pathogenic microorganisms.

Manufacturers of disinfectants recommend their product due to the chemical composition of the substance. Obtaining the optical parameters of the substances under study by spectrometry is of great interest. This means that the presented research may be of interest both for medicine and for any area where human activities are carried out.

OBJECTS OF STUDY

Disinfectants can be classified into several main groups: liquid concentrates, disinfectant tablets and granules, disinfectants in the form of skin antiseptics and liquid soaps. The work investigated liquid concentrates (disinfectants *Like*, *Grand*, *Aqualite*).

Like [*Layk*] consists of corrosion inhibitors, synergists and functional additives; pH 7.0. of 1% aqueous solution. Well biodegradable and environmentally friendly, actively affects the viruses of adenoviruses, influenza H₅N₁, influenza H₁N₁, parainfluenza, ARVI, SARS, enteroviruses, rotaviruses, hepatitis A, E, B, C, D, G, herpes, HIV, poliomyelitis. Removes fungi of the genus *Candida*, *Trichophyton*, mold fungi, as well as especially dangerous infections (plague, cholera, tularemia).

Grand [*Grand*] is formulated with tertiary amines, isopropyl alcohol, corrosion inhibitors and functional additives. It is not required to flush away the working solution after disinfection, it is used in the presence of patients, retains its properties after freezing and thawing. Efficiently acts on gram-positive and gram-negative bacteria, viruses, (including adenoviruses, influenza H₅N₁, influenza H₁N₁, parainfluenza, ARVI, SARS, enteroviruses, rotaviruses, hepatitis viruses A, E, B, C, D, G, herpes, HIV, poliomyelitis. Highly effective against fungi of the genus *Candida*, *Trichophyton*, mold fungi. Removes cysts and oocysts of protozoa, eggs and larvae of helminths.

Aqualight [*Akvalayt*] contains active chlorine in the form of a coordinated inorganic complex; corrosion inhibitors, emulsifiers and functional components. This liquid pertains to the fourth (lowest) hazard class, it works stably even with minimal concentrations of solutions, is able to overcome the resistance of microorganisms. Qualitatively acts on gram-positive and gram-negative bacteria. Blocks viruses (including adenoviruses, all types of influenza viruses, poliomyelitis, enteral, parenteral hepatitis, herpes, SARS, HIV infection, etc. including Coronaviruses), as well as pathogenic fungi of the genus *Candida*, *Trichophyton*.

The investigated disinfectants were provided by representatives of the Continent group of companies.

SPECTROMETER FOR VISIBLE SPECTRUM ($\lambda = 380\text{--}760\text{ nm}$)

To study the transmission spectra of liquid concentrates (disinfectants *Like*, *Grand*, *Aqualight*) in the visible wavelength range, a spectrometer was used, the appearance and structural diagram of which are shown in Fig. 1 and Fig. 2.

In the course of measurements, the transmission spectra of the investigated substances were recorded. The spectrometer consisted of a polychromator with a concave diffraction grating installed on the classic Rowland circle, a photodetector (linear CCD), and a lighting system (illuminator). The concave diffraction grating also performed the functions of focusing and dispersing elements, and did not require the use of additional optics [13–15]. The photodetector was placed on the Rowland circle, opposite the diffraction grating, which ensured the spectrometer operational high speed and at the same time simplified the design as a whole, since it made it possible to exclude the mechanical system for scanning the spectrum.

Fig. 1. Appearance of the spectrometer

Fig. 2. Structural diagram of the spectrophotometer

Fig. 3 shows an illuminator with an incandescent lamp and a krypton filling (operating voltage 6.0 V, current 0.75 A). The use of krypton filling allows to increase the light output of the lamp due to the higher temperature of the filament.

Fig. 3. Lighting system diagram (illuminator)

For the analysis of the investigated substance, specialized cuvettes with a working length of 0.1 mm to 0.5 mm and optical platforms made of leucosapphire were used. The cuvettes were 0.05 mm thick. The cuvettes with liquid-phase media to be measured were set in a collimated light beam formed by a two-lens (lenses 1 and 2) condenser.

Alignment of the distribution of light intensity within the spectral range of 380–760 nm was provided by an additional optical filter of colored glass CC-6.

The installed software displayed the results of measurements of the transmission spectra in the form of numerical arrays and in graphical form (in the form of the dependence of the transmission coefficient on the wavelength), and also saved these data.

The spectrometer provided measurement of the transmission ratio of disinfectants in the wavelength range of 380–760 nm with an error not worse than $\Delta T \leq 2\%$.

EXPERIMENTAL RESULTS

The 1% solutions of disinfectants were placed in cuvettes. In this work, the transmission spectra of 1% solutions and distilled water were the subjects for measurement. Fig. 4 shows the distribution of the transmittance ratio of the wavelength of the investigated substances.

Fig. 4. Transmission spectra of the investigated disinfectants (1% concentration) and distilled water.
1 — water; 2 — Aqualight; 3 — Grand; 4 — Like

The observed features of the investigated substances in the visible spectra were different. The spectral dependences of disinfectants Like and Grand were comparable in shape, and the position of the distinct transmission maximum was at the wavelength $\lambda = 580$ nm (the absorption minimum $K(\lambda)$ is a "shoulder" for these disinfectants).

The spectral minimum of transparency for Aqualight in the visible region of the spectrum falls on $\lambda = 595$ nm (the maximum absorption is a "shoulder" in the $K(\lambda)$ spectrum for Aqualight respectively). At the long-wavelength boundary of the working spectral range ($\lambda \geq 750$ nm), all spectra monotonically tended to a maximum and, taking into account the measurement error of T due to losses at the interfaces "cell window – test solution" as a result of a significant difference in the refractive index of solutions of various compositions, they were close to the transparency of the cuvette with distilled water, taken as a standard with $T = 100\%$. It is important that at the same Like and Grand concentration (1%), the position of the distinct spectral features of both disinfectants practically coincided (curves 3, 4). Curve 2 of Aqualight differed from the spectral dependences of Like and Grand. Apparently, this is due to the presence of chlorine in the form of a coordinated inorganic complex.

Fig. 4 shows that the transmission coefficients of these disinfectants are different from each other. Therefore, in further research and in the production of disinfectants, it is necessary to take into account not only the chemical composition, but also the optical properties of the substances.

CONCLUSION

The presented possibility of using an automated spectral device can be helpful to study the optical

properties of disinfectants in the form of skin antiseptics and liquid soap, as well as solid-state disinfectants.

This work is of interest for optical instrumentation, medicine, ecology, biology, and industry.

REFERENCES

1. Born M., Vol'f Eh. *Osnovy optiki* [Fundamentals of optics]. Moscow, Nauka Publ., 1970. 855 p. (In Russ.).
2. Maiorov E.E. [Investigation of optical properties of liquid-phase media based on glycols]. *Nauchnoe obozrenie* [Science review], 2013, no. 4, pp. 166–176. (In Russ.).
3. Landsberg G.S. *Optika* [Optics]. Moscow, Nauka Publ., 1976. 926 p. (In Russ.).
4. Maiorov E.E., Prokopenko V.T., Ushveridze L.A. [Study of ultraviolet spectrophotometer ($\lambda = 200\text{--}400$ nm) and its components]. *Pribory* [Instruments], 2014, vol. 164, no. 2, pp. 10–15. (In Russ.).
5. Maiorov E.E., Mashek A.Ch., Tsygankova G.A., Khaidarov G.G., Khaidarov A.G., Zaitsev U.E., Abrahamyan V.K. [Development of a laboratory spectrophotometer for the visible spectrum for the control of liquid-phase environments]. *Pribory i sistemy. Upravlenie, kontrol', diagnostika* [Instruments and Systems: Monitoring, Control, and Diagnostics], 2016, no. 8, pp. 42–46. (In Russ.).
6. Maiorov E.E., Mashek A.Ch., Tsygankova G.A., Khokhlova M.V., Kurlov A.V., Chernyak T.A., Fadeev A.O. [Computer simulation of the optical spectrum of dimethylsulfoxide ($\text{CH}_3)_2\text{SO}$ and dimethylsulfone ($\text{CH}_3)_2\text{SO}_2$ or refractometric means of control]. *Pribory i sistemy. Upravlenie, kontrol', diagnostika* [Instruments and Systems: Monitoring, Control, and Diagnostics], 2016, no. 12, pp. 35–41. (In Russ.).
7. Maiorov E.E., Mashek A.Ch., Tsygankova G.A., Pisareva E.A. [Ultraviolet Wavelength Spectrophotometer Study for Analysis of Disperse Media Transmission Spectra]. *Izvestiya TulGU* [Izvestiya Tula State University], 2018, no. 4, pp. 357–365. (In Russ.).
8. Maiorov E.E., Turovskaya M.S., Litvinenko A.N., Chernyak T.A., Kurlov V.V., Dagaev A.V., Ponomarev S.E., Katunin B.D. [Research spectrometer for the ultraviolet region of the spectrum and its feasibility study]. *Pribory i sistemy. Upravlenie, kontrol', diagnostika* [Instruments and Systems: Monitoring, Control, and Diagnostics], 2018, no. 7, pp. 38–43. (In Russ.).
9. Maiorov E.E., Shalamai L.I., Kuz'mina D.A., Mendosa E.Yu., Narushak N.S., Sakerina A.I. [Spectral analysis of dental restoration material and dental tissue of patients of different age groups in vitro]. *Izvestiya TulGU* [Izvestiya Tula State University], 2020, no. 8, pp. 105–114. (In Russ.).
10. Kuzmina D.A., Mendosa E.Yu., Maiorov E.E., Narushak N.S., Sakerina A.I., Shalamay L.I. [Experimental studies of optical properties of hard tissues of anterior teeth and modern synthetic filling materials]. *Stomatologiya*

- dlya vsekh* [Dentistry for All], 2020, no. 4, pp. 58–62. DOI: 10.35556/idr-2020-4(93)58-62. (In Russ.).
11. Kuzmina D.A., Mendosa E.Yu., Maiorov E.E., Narushak N.S., Sakerina A.I., Shalamay L.I. [Spectroscopy of dental tissues reflection in vitro and nanohybrid restoration materials]. *MEDICUS. Mezhdunarodnyi meditsinskii nauchnyi zhurnal* [International peer-reviewed scientific medical journal "MEDICUS"], 2020, vol. 35, no. 5, pp. 68–73. (In Russ.).
 12. Kuzmina D.A., Maiorov E.E., Shalamay L.I., Mendosa E.Yu., Narushak N.S. [Using the reflection spectroscopy method to recognize the authenticity of dental restoration materials]. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedenii. Priborostroenie* [Journal of Instrument Engineering], 2021, vol. 64, no. 1, pp. 63–70. DOI: 10.17586/0021-3454-2021-64-1-63-70 (In Russ.).
 13. Maiorov E.E., Chernyak T.A., Tsygankova G.A., Mashek A.C., Konstantinova A.A., Pisareva E.A. [Spectral studies of textile optical bleach and organic dye]. *Nauchnoe Priborostroenie* [Scientific Instrumentation], 2021, vol. 31, no. 1, pp. 73–83. DOI: 10.18358/np-31-1-e010 (In Russ.).
 14. Arefiev A.V., Guliyev R.B., Maiorov E.E., Kotskovich V.B., Pushkina V.P., Khokhlova M.V. [Spectrophotometry of basic disinfectants in the ultraviolet wavelength range]. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedenii. Priborostroenie* [Journal of Instrument Engineering], 2021, vol. 64, no. 4, pp. 294–299. DOI 10.17586/0021-3454-2021-64-4-294-299 (In Russ.).
 15. Kuzmina D.A., Shalamay L.I., Mendosa E.Yu., Maiorov E.E., Narushak N.S. [Application of fluorescence spectroscopy for in vitro analysis of filling materials and hard tooth tissues]. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedenii. Priborostroenie* [Journal of Instrument Engineering], 2021, vol. 64, no. 7, pp. 576–582. DOI: 10.17586/0021-3454-2021-64-7-576-582 (In Russ.).

Contacts: *Maiorov Evgeniy Evgen'evich*,
majorov_ee@mail.ru

Article received by the editorial office on 01.09.2021