



ОРИГИНАЛЬНЫЕ СТАТЬИ

Научная статья

УДК 542.08:543.64

doi: 10.17308/sorpchrom.2023.23/11562

Тенденции развития хроматографических методов и их востребованность в фармакопейной практике

**Людмила Васильевна Рудакова[✉], Анастасия Петровна Терских,
Елена Николаевна Ветрова, Татьяна Николаевна Никитина**

Воронежский государственный медицинский университет им. Н.Н. Бурденко, Воронеж, Россия,
vodoley65@mail.ru[✉]

Аннотация. Анализ фармацевтической продукции осуществляется на всех этапах ее производства и на всем пути до потребителя. Основным инструментом для проведения аналитического контроля является такой нормативный документ как Государственная фармакопея, которая содержит общие фармакопейные статьи с описанием законодательно рекомендованных методов анализа. Настоящее наукометрическое исследование имело своей целью сопоставить тенденции развития аналитической науки и уровень востребованности различных аналитических методов в фармакопейной практике, оценить динамику развития хроматографии и внедрения ее достижений в фармацевтический анализ.

Был проведен анализ ряда отечественных и зарубежных фармакопей, определено, когда разработанные методы анализа оказываются в списке регламентированных общих фармакопейных статей; какие методы анализа наиболее часто рекомендуются в частных фармакопейных статьях для определения тех или иных показателей качества. Полученные данные сопоставлены с динамикой развития различных направлений аналитической науки. Всего 70 лет назад основным инструментом аналитиков была титриметрия, но уже к 2000 году доля публикаций по химическим методам анализа уменьшилась примерно в 30 раз. Максимум публикаций, посвященных спектральным методам, приходится на 70-е годы прошлого столетия. Резко увеличилось к рубежу столетий число статей по хроматографии. Доля статей по электрохимическим методам анализа к 2000 году существенно не изменилась, однако изменилась их структура в сторону значительного увеличения публикаций по электрохимическим сенсорам. К 2000 году резко возросло число статей по электрофоретическим и масс-спектрометрическим методам (МС), особенно по хромато-масс-спектрометрии. К 2010 году первое место среди всех методов анализа заняла высокоэффективная жидкостная хроматография, которая с той поры удерживает свои позиции, при этом все большее внимание уделяется тандему МС и ВЭЖХ.

Анализ частных Российских фармакопей, начиная с X издания, а также Международной, Европейской, Фармакопеи США, Великобритании показал, что если обобщить средние значения частоты упоминания различных методов анализа в частных фармакопейных статьях, то среди инструментальных методов анализа во всех первоисточниках к 2010 году чаще всего рекомендуются оптические и спектральные методы (на их долю приходится в среднем 55% - 65%), хроматография составляет 27-32%, остальное приходится на электрохимические методы. Примерно такое же соотношение по числу публикаций наблюдалось на 2000 год. Таким образом, можно сделать вывод, что внедрение аналитических разработок в фармакопейную практику отставало примерно на десятилетие от пика научного интереса к соответствующему методу анализа. В современной Государственной Фармакопее IX издания хроматография занимает лидирующее положение по числу рекомендаций, причем самым востребованным является ВЭЖХ, что логично соответствует природе анализируемых объектов. Данный метод применяется в основном для определения родственных примесей, количественного определения действующего вещества и подтверждения подлинности.

Ключевые слова: государственная фармакопея, лекарственный препарат, методы анализа, хроматография.
Для цитирования: Рудакова Л.В., Терских А.П., Ветрова Е.Н., Никитина Т.Н. Тенденции развития хроматографических методов и их востребованность в фармакопейной практике // *Сорбционные и хроматографические процессы. 2023. Т. 23, № 4. С. 529-538. <https://doi.org/10.17308/sorpchrom.2023.23/11562>*



Original article

Trends in the development of chromatographic methods and demand in pharmacopey practice

Lyudmila V. Rudakova[✉], Anastasiya P. Terskikh,
Elena N. Vetrova, Tatyana N. Nikitina

Voronezh State Medical University named after N.N. Burdenko, Voronezh, Russia, vodoley65@mail.ru[✉]

Abstract. Analysis of pharmaceutical products is carried out at all stages of its production and sale. The main tool for analytical control is the State Pharmacopoeia, which contains general pharmacopoeia articles describing legally recommended methods of analysis. This scientometric study was aimed at comparing the trends in the development of analytical science and the level of demand for various analytical methods in pharmacopoeial practice, assessing the dynamics of the development of chromatography and the introduction of its achievements into pharmaceutical analysis.

An analysis of Russian and foreign pharmacopoeias was carried out, it was determined when the developed methods of analysis are included in the list of regulated general pharmacopoeia articles; what methods of analysis are most often recommended in pharmacopoeial articles to determine the quality and authenticity of medicines. The data obtained are compared with the dynamics of the development of various areas of analytical science. Just 70 years ago, titrimetry was the main tool for analysts, but by 2000, the share of publications on chemical methods of analysis had decreased by about 30 times. The maximum number of publications devoted to spectral methods falls on the 70s of the last century. By the turn of the century, the number of papers on chromatography increased sharply. The share of articles on electrochemical methods of analysis did not change significantly by 2000, but their structure changed towards a significant increase in publications on electrochemical sensors. By 2000, the number of papers on electrophoretic and mass spectrometry (MS) methods, especially on chromato-mass spectrometry, had increased dramatically. By 2010, high-performance liquid chromatography took the first place among all methods of analysis, which has maintained its position since then, with increasing attention being paid to the tandem of MS and HPLC. An analysis of the private Russian Pharmacopoeias, starting from the 10th edition, as well as the International, European, US and UK Pharmacopoeias showed that if we generalize the average values of the frequency of mentioning various methods of analysis in pharmacopoeial articles, then among the instrumental methods of analysis in all primary sources by 2010, most often recommended optical and spectral methods (they account for an average of 55% - 65%), chromatography is 27-32%, the rest is electrochemical methods. Approximately the same ratio in the number of publications was observed in 2000. Thus, we can conclude that the introduction of analytical developments into pharmacopoeial practice lagged behind the peak of scientific interest in the corresponding method of analysis by about a decade. In the modern State Pharmacopoeia of the IX edition, chromatography occupies a leading position in terms of the number of recommendations, and HPLC is the most popular, which logically corresponds to the nature of the analyzed objects. This method is mainly used for the determination of related impurities, quantitative determination of the active substance and authentication.

Keywords: State Pharmacopoeia, medicinal product, analysis methods, chromatography

For citation: Rudakova L.V., Terskikh A.P., Vetrova E.N., Nikitina T.N. Trends in the development of chromatographic methods and demand in pharmacopey practice. *Sorbtionnye i khromatograficheskie protsessy*. 2023. 23(4): 529-538. (In Russ.). <https://doi.org/10.17308/sorpchrom.2023.23/11562>

Введение

Химический анализ, как известно, важнейшее средство оценки качества любой продукции, в том числе и фармацевтической, на всех этапах ее производства и на всем пути до потребителя. Система государственного контроля за качеством,

эффективностью и безопасностью лекарственных средств (ЛС) включает в себя фармацевтическую экспертизу: 1) на этапе регистрации ЛС; 2) предварительный государственный контроль качества на этапе запуска в промышленное производство или начале импорта в Российскую Федерацию; 3) выборочный госу-



дарственный контроль качества, экспертиза качества на этапе обращения. И на каждом этапе проверок выявляется 2-10% несоответствующей стандартам продукции.

Основным инструментом для проведения аналитического контроля является такой нормативный документ как Государственная фармакопея. Фармакопея переводится с греческого как «лекарство делать или изготавливать», но современная фармакопея посвящена не фармацевтической технологии, она представляет собой сборник официальных положений, устанавливающих показатели качества и законодательным образом определяющая методы аналитического контроля лекарственных средств. Фармацевтическая служба, опираясь на рекомендации Государственной Фармакопеи, должна обеспечивать фармакопейное качество – «входной билет» (по словам А.П. Арзамасцева) лекарственному препарату для его применения в медицинской практике.

Что сегодня аналитическая наука может предложить для решения задач фармацевтического контроля? Каковы были тенденции развития аналитических методов и как они на сегодняшний день соотносятся с нуждами фармацевтического анализа? Как быстро берет на вооружение фармакопейная практика научные достижения и разработки? Чтобы ответить на эти вопросы был проведен анализ ряда фармакопей, определено, когда разработанные методы анализы оказываются в списке регламентированных общих фармакопейных статей; какие методы анализа наиболее часто рекомендуются в частных фармакопейных статьях для определения тех или иных показателей качества. Полученные данные сопоставлены с динамикой развития различных направлений аналитической науки. Наукометрическими исследованиями в области аналитической химии в течение ряда лет занимались Ю.А. Золотов, Д.Б. Архипов, В.Г. Березкин, Я.И. Яшин и др. [1, 2]. Интерес к тем или иным методам

анализа и степень их проработанности оценивались в этих работах по числу публикаций в основных журналах по аналитической химии (Analytical Chemistry, Журнал Аналитической Химии), а также по числу работ, представленных на ежегодной Питсбургской конференции (PITTCON).

Всего 70 лет назад основным инструментом аналитиков была титриметрия, но уже к 2000 году доля публикаций по химическим методам анализа в «Analytical Chemistry» уменьшилась в 30 раз. Максимум публикаций, посвященных спектральным методам, пришлось на 70-е годы прошлого столетия. Резко увеличилось к рубежу столетий число статей по хроматографии (рис. 1). Такая же тенденция наблюдалась и для публикаций в ЖАХ. Доля статей по электрохимическим методам анализа за эти годы существенно не изменилась, однако изменилась их структура в сторону значительного увеличения публикаций по электрохимическим сенсорам. К 2000 году резко возросло число статей по электрофоретическим и масс-спектрометрическим методам (МС), особенно по хромато-масс-спектрометрии.

Анализ результатов известной Питсбургской конференции, которая ежегодно собирает ведущих ученых-аналитиков и лидеров аналитического приборостроения, показал, что уже к 2010 году первое место по публикуемым материалам среди всех методов анализа заняла высокоэффективная жидкостная хроматография, которая с той поры удерживает свои позиции, при этом все большее внимание уделяется тандему МС и ВЭЖХ. Приблизительно одинаково активно в этот период времени исследовались масс-спектрометрия (отчасти как инструмент в гибридных методах анализа), ИК- и Рамановская спектроскопии, сенсоры. Научный интерес к новым разработкам в газовой хроматографии (включая МС-ГЖХ)

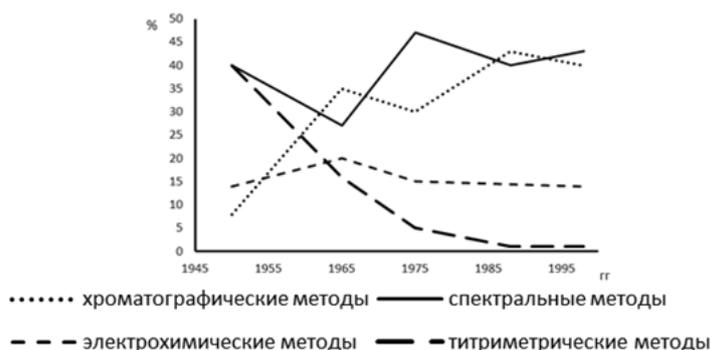


Рис. 1. Развитие аналитических методов (по публикациям в «Analytical Chemistry» за период 1950-2000 годы).

Fig. 1. Development of analytical methods (according to publications in Analytical Chemistry for the period 1950-2000).

Таблица 1. Соотношение числа публикаций, посвященных соответствующим методам анализа (по результатам Питсбургской конференции 2020 года).

Table 1. The ratio of the number of publications devoted to the relevant methods of analysis (based on the results of the Pittsburgh Conference in 2020).

Хроматография (в т.ч. хромато-масс-спектрометрия)	36.2% (10%)
Спектроскопия	25.3%
Масс-спектрометрия	12.8%
Сенсоры	9.4%
Электрохимические методы	9.2%
Микроскопия	2.1%
Элементный анализ	1.7%
Капиллярный электрофорез	2.3%
Химические методы	0.9%

постепенно снижался, приближаясь к атомной спектроскопии и электрохимии.

В следующее десятилетие по-прежнему лидируют хроматографические методы (табл.1). По результатам той же Питсбургской конференции 2020 года большинство исследований и представленных материалов посвящено методам жидкостной хроматографии [3]. Большинство химических анализов в настоящее время осуществляется хроматографическими методами, а именно с помощью ВЭЖХ. Она же привлекает основной научный интерес (табл. 2), и, в первую очередь, это гибридные методы анализа (ВЭЖХ/МС, ГХ/МС). Достаточно активный интерес проявляется к ионной, хиральной хроматографии, двумерной ВЭЖХ и ГХ. Сверхкритическая флюидная хроматография так и не получила широкого распространения, тем не

менее позволяет решать ряд задач и научные исследования в этой области продолжают. Свою постоянную отраслевую нишу занимает препаративная хроматография.

Методы спектроскопии занимают вторую позицию по числу цитирований в материалах Pittcon 2020. Основное число докладов и публикаций посвящено Рамановской спектроскопии и спектроскопия в УФ- и видимой областях (табл. 3). Появились новые направления исследования, такие как микрофлюидные системы, нанотехнологии и наноматериалы, анализы и исследования в области протеомики и метаболомики.

Другой подход к оценке перспективности научных направлений, исходя из импакт-факторов (IF) журналов, профильных для соответствующей области



Таблица 2. Соотношение числа публикаций, посвященных различным хроматографическим методам (по результатам Питсбургской конференции 2020 года).

Table 2. The ratio of the number of publications devoted to various chromatographic methods (based on the results of the Pittsburgh Conference in 2020).

ВЭЖХ	33.9%
ВЭЖХ/МС	13.6%
УВЭЖХ	4.3%
Ионная хроматография	6.4%
Хиральная хроматография	3.7%
Сверхкритическая флюидная хроматография	1.5%
Двумерная ВЭЖХ	2.4%
ГХ	16.8%
ГХ/МС	12.8%
Двумерная ГХ	4.6%

Таблица 3. Соотношение числа публикаций, посвященных различным спектральным методам (по результатам Питсбургской конференции 2020 года).

Table 3. The ratio of the number of publications devoted to various spectral methods (based on the results of the Pittsburgh Conference in 2020).

Рамановская спектроскопия	30.4%
Спектроскопия в УФ- и видимой областях	29.0%
ИК- спектроскопия	19.4%
Флуоресцентная спектроскопия	11.1%
Спектроскопия ЯМР	10.1%

аналитических исследований, был предложен Нестеренко П.Н. [4]. Критерием перспективности была принята положительная динамика роста усредненного импакт-фактора ведущих журналов, отражающая интерес специалистов к статьям, опубликованным в соответствующих профильных журналах (табл. 4).

Хроматографические методы анализа демонстрируют согласно этим данным положительную динамику роста импакт-фактора. Отрицательные показатели этого фактора для ряда методов П. Нестеренко объясняет либо высокой степенью их разработанности на настоящий момент, либо эффектом старения метода. Масс-спектрометрия переключалась в хроматографические журналы, поскольку все чаще рассматривается как способ высокочувствительного и селективного детектирования. Электрохимические методы анализа привлекли к себе внимание ученых в связи с перспективами использования новых наноматериалов

В целом, наноанализ, сенсоры, микрофлюидика в настоящее время являются самыми «модными» направлениями науки и технологии.

В научных публикациях по аналитической химии с течением времени «меняется мода» не только на методы, но и на объекты анализа. Внимание аналитиков постепенно переместилось от изучения традиционных органических и неорганических объектов к исследованию биологических, медицинских и фармацевтических объектов, одним из наиболее актуальных объектов анализа оказалась природная среда. В последнее десятилетие растет число анализов и исследований в области протеомики и метаболомики, появились нейроаналитические измерения на уровне одной клетки (рис. 2).

В соответствии с задачами развиваются и методы анализа. Например, быстро совершенствующаяся хромато-масс-спектрометрия теперь предлагает варианты масс-спектрометрии с мягкой

Таблица 4. Изменение импакт-факторов профильных журналов по направлениям аналитической химии

Table 4. Changes in the impact factors of specialized journals in the areas of analytical chemistry

Методы определения	Изменение импакт-фактора. %
Спектрометрические	0.04
Хроматографические	1.11
Планарная хроматография	-1.45
Электрофоретические	-1.47
Масс-спектрометрические	-1.24
Электрохимические	3.08
Способы осуществления анализа	
Сенсоры	8.45
Микрофлюидика. Микрочипы	4.62
Наноаналитика	6.40
Хемометрика	1.29



Рис. 2. Объекты анализа (по публикациям в «Analytical Chemistry») / Fig. 2. Objects of analysis (according to publications in "Analytical Chemistry")

ионизацией, пригодные для анализа биологических объектов. Все большее число современных публикаций посвящено хемометрике, использованию наночастиц, миниатюризации анализа, прежде всего с использованием микрофлюидных систем, микрочипов (они позволяют проводить анализ даже в клетках). Речь уже идет о конструировании микроколонок для газовой хроматографии.

Какие же методы из современного аналитического арсенала приведены в качестве рекомендованных в различных фармакопеях?

Десятая Фармакопея РФ 1968 года так же, как и аналитическая наука того времени опиралась на химический анализ, чаще всего для количественного анализа рекомендовалось неводное титрование. В

арсенале были представлены оптические и спектральные методы, хроматографические методы составляли менее 2%.

Двенадцатая Фармакопея вышла в свет в 2007 году. Доля инструментальных методов анализа в ней увеличилась более чем в два раза. Впервые была введена масс-спектрометрия, выросла востребованность хроматографических методов, ИК-спектроскопия стала основным методом идентификации лекарственных веществ.

Такую же тенденцию к 2010 году демонстрировали Международная, Европейская, Фармакопея США, Великобритания. В них появились такие методы анализа как ЯМР, магнито-резонансная спектроскопия.

Если обобщить средние значения частоты упоминания различных методов



Таблица 5. Соотношение методов, рекомендуемых для анализа Государственной Фармакопеей РФ XIV издания.

Table 5. The ratio of methods recommended for analysis by the State Pharmacopoeia of the Russian Federation XIV edition.

Методы анализа	Использование, %
Спектральные	29
Оптические	3
Хроматографические	36
Электрохимические	10
Химические	9
Физические	13

Таблица 6. Соотношение инструментальных методов, рекомендуемых для анализа Государственной Фармакопеей РФ XIV издания.

Table 6. The ratio of instrumental methods recommended for analysis by the State Pharmacopoeia of the Russian Federation XIV edition.

Методы анализа		Использование, %	
Оптические	УФ-спектрофотометрия	20	41
	ИК-спектроскопия	10	
	ААС	6	
	АЭС	2	
	Поляриметрия	3	
	Рефрактометрия	1	
Хроматографические	ВЭЖХ	24	46
	ТСХ	13	
	ГХ	9	
Электрохимические	Потенциометрия	13	13

анализа в частных фармакопейных статьях в рассмотренных Фармакопеях, то оказывается, что к 2010 году среди инструментальных методов анализа во всех первоисточниках чаще всего рекомендовались оптические и спектральные методы (на их долю приходится в среднем 55-65%), хроматография составляла 27-32%, остальное приходилось на электрохимические методы.

Если сопоставить эти данные с данными анализа публикационной активности, то довольно близкое соотношение наблюдалось примерно к 2000 году: на оптические и спектральные методы приходилось ~53% публикаций, хроматографии было посвящено ~37%, и около 10% – на электрохимические методы, включая капиллярный электрофорез.

Таким образом, можно сделать вывод, что внедрение аналитических разработок в фармакопейную практику отставало

примерно на десятилетие от пика научного интереса к соответствующему методу анализа.

Что предлагает актуальная на настоящий момент 14 Государственная Фармакопея РФ? Доля химического анализа составляет теперь меньше 10%, но исключать из арсенала фармакопейной практики этот экономичный и доступный метод, позволяющий проводить количественный анализ, не рационально (табл. 5).

Среди инструментальных методов анализа на первое место вышла хроматография (табл. 6). В целом на хроматографические методы приходится 46% статей, на оптический спектральный и неспектральный анализ – 41%, электрохимия остается на том же уровне 10-13%. Атомный спектральный анализ используется только для определения тяжёлых ме-

Таблица 7. Соотношение хроматографических методов, рекомендуемых для анализа Государственной Фармакопеей РФ XIV издания

Table 7. The ratio of chromatographic methods recommended for analysis by the State Pharmacopoeia of the Russian Federation XIV edition

Хроматографические методы	Использование, %
ВЭЖХ	52
ТСХ	29
ГХ	19

Таблица 8. Испытания, для которых в ГФ XIV рекомендована ВЭЖХ

Table 8. Tests for which HPLC is recommended in GF XIV

Наименование испытания	Использование, %
Определение примесей	44
Молекулярные параметры	1
Подлинность	21
Однородность дозирования	8
Компонентный состав	2
Количественное определение	22
Растворение	2

таллов, что является обязательным в анализе лекарственного растительного сырья. Спектрофотометрия в УФ и ИК диапазоне имеет более широкий спектр применения. Наиболее часто они применяются для определения подлинности и количественного определения действующего вещества. Электрохимический анализ представлен потенциометрией. Прямая потенциометрия в основном применяется для определения рН, косвенная – для количественного определения действующего вещества.

Самым применяемым методом в современной Российской Фармакопее является ВЭЖХ, что логично соответствует природе анализируемых объектов (табл. 7).

Данный метод применяется в основном для определения родственных примесей, количественного определения действующего вещества и подтверждения подлинности (табл. 8).

Тонкослойная и газовая хроматографии применяются реже, однако они также позволяют выполнять возлагаемые на них функции: в основном это также подтверждение подлинности и определение примесей (табл. 9-10).

Таким образом, можно сделать вывод, что отечественная Государственная Фармакопея берет на вооружение разработки аналитической науки, но с определенной (как минимум десятилетней) задержкой. Иногда метод попадает в общие фармакопейные статьи, когда интерес ученых к данному направлению уже начинает спадать. Это, конечно, может быть связано и с достаточной разработанностью метода, но может и с выявленной «ограниченностью потребления». В связи с чем, метод так и остается в списке общих рекомендованных статей, но не попадает ни в одну частную фармакопейную статью для анализа конкретного лекарственного препарата. Так, например, произошло со сверхкритической флюидной хроматографией.

В целом, если говорить о проблемах реализации фармацевтического контроля, то стоит отметить, что далеко не каждая лаборатория может себе позволить иметь оснащение для проведения большинства современных методов анализа. Очевидно, что большинство лабораторий не имеет возможности использовать весь арсенал аналитического парка. В лучшем случае в регионе может быть



Таблица 9. Испытания, для которых в ГФ XIV рекомендована ТСХ
Table 9. Tests for which TLC is recommended in GF XIV

Наименование испытания	Использование, %
Подлинность	52
Определение активных веществ	26
Определение примесей	22

Таблица 10. Испытания, для которых в ГФ XIV рекомендована Г
Table 10. Tests for which the GF XIV recommends G

Наименование испытания	Использование, %
Определение примесей	59
Остаточные органические растворители	29
Количественное определение	6
Подлинность	2

одна полностью укомплектованная лаборатория. Разрешить ситуацию возможно отчасти за счет выбора более экономичных альтернативных приборных баз. Второе решение – это внедрение высокорентабельных тест-методов, химических сенсоров, отказ от обязательного покомпонентного анализа в пользу обобщенных показателей качества.

К основным проблемам фармацевтической экспертизы можно отнести следующие факторы: устаревшая нормативная документация, устаревшие методики, устаревшая приборная база; внесение изменений в состав препарата без учета влияния на работоспособность методик; не валидированы новые аналитические методики; качество стандартных образцов не соответствует представленным документам; отсутствуют экспрессные тест-методы обнаружения фальсификатов.

В связи с этим фармацевтической контроль ставит перед собой основные задачи: перенос акцента с контроля готового продукта на контроль условий производства в целом; создание лабораторных комплексов в федеральных округах; организация передвижных экспресс-лабораторий; внедрение неразрушающих экспресс-методов контроля.

Список литературы

1. Яшин А.Я., Веденин А.Н., Яшин Я.И. Конференция «Питкон» в 2012-2016 гг. // Журнал аналитической химии. 2016. Т.71. С. 1-3.

Исходя из интересов и нужд отечественной фармации можно обозначить такие перспективы развития аналитической химии в области фармацевтического анализа, как расширение исследований по анализу фармацевтических объектов: дальнейшее развитие и совершенствование спектроскопических, масс-спектрометрических, хроматографических и электрохимических методов анализа, методов анализа поверхности; интенсивное развитие тест-методов и средств химического on-line анализа в технологии производства фармпрепаратов; использование достижений математики и теории информации (хеометрики) для перехода от обычного «покомпонентного» анализа к оценке обобщенных показателей; миниатюризация приборной базы фарманализа; дальнейшее развитие методов и средств дистанционного и неразрушающего анализа.

Конфликт интересов

Авторы заявляют, что у них нет известных финансовых конфликтов интересов или личных отношений, которые могли бы повлиять на работу, представленную в этой статье.

2. Яшин А.Я., Веденин А.Н., Яшин Я.И. Наукометрия материалов конференции РИТCON 2019. Методы, применения, новые направления // Лаборатория и производство. 2019. №3. С.30-32



3. Яшин Я.И., Яшин А.Я., Веденин А.Н. Наукометрия материалов конференции PITTCON 2020: методы, применения, тенденции / *Лаборатория и производство*. 2020 (13). №3-4. С.70-72

4. Нестеренко П.Н. Наукометрический взгляд на пути развития современной аналитической химии // *Лаборатория и производство*. 2020 (15). №6. С.46-53

References

1. YAshin A.YA., Vedenin A.N., YAshin YA.I. Konferenciya «Pitkon» v 2012-2016 gg. *ZHurnal analiticheskoy himii*. 2016; 71: 1-3. (In Russ.)

2. YAshin A.YA., Vedenin A.N., YAshin YA.I. Naukometriya materialov konferencii PITTCON 2019. Metody, primeneniya, novyе napravleniya. *Laboratoriya i proizvodstvo*. 2019; 3: 30-32. (In Russ.)

3. YAshin YA.I., YAshin A.YA., Vedenin A.N. Naukometriya materialov konferencii PITTCON 2020: metody, primeneniya, tendencii. *Laboratoriya i proizvodstvo*. 2020; 13(3-4): 70-72. (In Russ.)

4. Nesterenko P.N. Naukometriceskij vzglyad na puti razvitiya sovremennoj analiticheskoy himii. *Laboratoriya i proizvodstvo*. 2020; 15(6): 46-53. (In Russ.)

Информация об авторах / Information about the authors

Л.В. Рудакова – заведующий кафедрой фармацевтической химии и фармацевтической технологии, д.х.н., Воронежский государственный медицинский университет им. Н.Н. Бурденко, Воронеж, Россия

А.П. Терских – доцент кафедры фармацевтической химии и фармацевтической технологии, к.ф.н., Воронежский государственный медицинский университет им. Н.Н. Бурденко, Воронеж, Россия

Е.Н. Ветрова – доцент кафедры фармацевтической химии и фармацевтической технологии, к.х.н., Воронежский государственный медицинский университет им. Н.Н. Бурденко, Воронеж, Россия

Т.Н. Никитина – доцент кафедры фармацевтической химии и фармацевтической технологии, к.х.н., Воронежский государственный медицинский университет им. Н.Н. Бурденко, Воронеж, Россия

L.V. Rudakova – Head of the Department of Pharmaceutical Chemistry and Pharmaceutical Technology, Doctor of Chemical Sciences, Voronezh State Medical University named after V.I. N.N. Burdenko, Voronezh, Russian Federation, e-mail: vodoley65@mail.ru

A.P. Terskikh – Associate Professor of the Department of Pharmaceutical Chemistry and Pharmaceutical Technology, Candidate of Philological Sciences, Voronezh State Medical University. N.N. Burdenko, Voronezh, Russian Federation

E.N. Vetrova – Associate Professor of the Department of Pharmaceutical Chemistry and Pharmaceutical Technology, Ph.D., Voronezh State Medical University. N.N. Burdenko, Voronezh, Russian Federation

T.N. Nikitina – Associate Professor of the Department of Pharmaceutical Chemistry and Pharmaceutical Technology, Ph.D., Voronezh State Medical University. N.N. Burdenko, Voronezh, Russian Federation

Статья поступила в редакцию 08.06.2023; одобрена после рецензирования 28.06.2023; принята к публикации 05.07.2023.

The article was submitted 08.06.2023; approved after reviewing 28.06.2023; accepted for publication 05.07.2023.