

## Определение содержания аскорбиновой кислоты в лекарственном препарате «Асвитол» спектрофотометрическим и хроматографическим методами

Г. В. Бурых<sup>1</sup>✉, Т. В. Гусельникова<sup>1</sup>, Д. А. Дурнев<sup>1</sup>, Ю. А. Косяшникова<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Юго-Западный государственный университет  
ул. 50 лет Октября 94, г. Курск 305040, Российская Федерация

✉ e-mail: bgalav@mail.ru

### Резюме

**Целью работы** являлось изучение особенностей инструментальных методов качественного и количественного определения аскорбиновой кислоты в лекарственном препарате.

**Методы.** Для проведения исследований в качестве объекта был выбран лекарственный препарат «Асвитол» с содержанием 200 мг основного компонента в виде аскорбиновой кислоты.

В работе использовались основные и вспомогательные растворы, в которых в качестве среды выступала дистиллированная вода, полученная с использованием дистиллятора электрического DEM 10, pH растворов определяли на pH-метре ИПЛ-311. Температура процесса поддерживалась с использованием ультра-термостата УТ-4300Е.

Определение содержания аскорбиновой кислоты проводилось спектрофотометрическим методом на спектрофотометре SHIMADZU VV-1800 и методом высокоэффективной жидкостной хроматографии на хроматографе Agilent 1260 Infinity.

**Результаты.** Уточнены известные методики определения аскорбиновой кислоты спектрофотометрическим методом и методом высокоэффективной жидкостной хроматографии. Изучено влияние pH среды на количественное определение аскорбиновой кислоты. Получено уравнение градуировочной зависимости. Проведена проверка пригодности хроматографической системы Agilent 1260 Infinity для анализа содержания аскорбиновой кислоты в препарате «Асвитол».

**Заключение.** Проведенные исследования показали возможность использования для определения содержания аскорбиновой кислоты в лекарственном препарате «Асвитол» как спектрофотометрического метода, так и метода высокоэффективной жидкостной хроматографии с определенной точностью.

---

**Ключевые слова:** аскорбиновая кислота; методы анализа; лекарственные препараты; спектрофотометрический метод; хроматографический метод.

**Конфликт интересов:** Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

**Для цитирования:** Определение содержания аскорбиновой кислоты в лекарственном препарате «Асвитол» спектрофотометрическим и хроматографическим методами / Г. В. Бурых, Т. В. Гусельникова, Д. А. Дурнев, Ю. А. Косяшникова // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Техника и технологии. 2022. Т. 12, № 1 С. 219–234. <https://doi.org/10.21869/2223-1528-2022-12-1-219-234>

Поступила в редакцию 26.01.2022

Подписана в печать 28.02.2022

Опубликована 30.03.2022

## Determination of Ascorbic Acid Content in the Drug "Asvitol" by Spectrophotometric and Chromatographic Methods

Galina V. Buryih<sup>1</sup>✉, Tatiana V. Guselnikova<sup>1</sup>, Denis A. Durnev<sup>1</sup>,  
Yulia A. Kosyashnikova<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Southwest State University  
50 Let Oktyabrya str. 94, Kursk 305040, Russian Federation

✉ e-mail: e-mail: bgalav@mail.ru

### Abstract

**Purpose of research** The aim of the work was to study the features of instrumental methods of qualitative and quantitative determination of ascorbic acid in a medicinal product.

**Methods.** For research, the drug "Asvitol" with a content of 200 mg of the main component in the form of ascorbic acid was selected as an object.

The main and auxiliary solutions were used in the work, in which distilled water obtained using an electric DEM 10 distiller acted as a medium, the pH of the solutions was determined on the pH meter of IPL-311. The process temperature was maintained using the UT-4300E ultrathermostat.

The ascorbic acid content was determined by the spectrophotometric method on the SHIMADZU VV-1800 spectrophotometer and by the method of high-performance liquid chromatography on the Agilent 1260 Infinity chromatograph.

**Results.** The known methods of determination of ascorbic acid by the spectrophotometric method and by the method of highly effective liquid chromatography have been refined. The influence of the pH of the medium on the quantitative determination of ascorbic acid has been studied. The equation of the calibration dependence is obtained. The suitability of the Agilent 1260 Infinity chromatographic system for the analysis of the content of ascorbic acid in the preparation "Asvitol" was tested.

**Conclusion.** The conducted studies have shown the possibility of using both the spectrophotometric method and the method of high-performance liquid chromatography with a certain accuracy to determine the content of ascorbic acid in the drug "Asvitol".

**Keywords:** ascorbic acid; analysis methods; medicinal preparations; spectrophotometric method; chromatographic method.

**Conflict of interest:** The authors declares the absence of obvious and potential conflicts of interest related to the publication of this article.

**For citation:** Buryih G. V., Guseinikova T. V., Durnev D. A., Kosyashnikova Y. A. Determination of Ascorbic Acid Content in the Drug "Asvitol" by Spectrophotometric and Chromatographic Methods. *Izvestiya Yugo-Zapadnogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Tekhnika i tekhnologii = Proceedings of the Southwest State University. Series: Engineering and Technologies*. 2022; 12(1): 219–234. (In Russ.) <https://doi.org/10.21869/2223-1528-2022-12-1-219-234>

Received 26.01.2022

Accepted 28.02.2022

Published 30.03.2022

\*\*\*

## Введение

Лекарственные препараты представляют собой комплексное сочетание дозированного лекарственного вещества и вспомогательных компонентов, производимое в определенной лекарственной форме [1]. Лекарственные препараты – особый товар. Основное его отличие от любого другого товара состоит в том, что потребитель самостоятельно не может определить качество той или иной таблетки, мази, содержимого ампулы и т. д., за исключением отдельных случаев явного несоответствия. Вопросы контроля качества и стандартизации лекарственных средств усиливают свою актуальность в настоящее время в связи с общим увеличением числа зарегистрированных лекарственных средств, поступающих, как правило, от разных производителей. Вызывает большую озабоченность поступление на рынок фальсифицированных (контрафактных) лекарственных средств.

Анализ лекарственной формы лежит в основе фармацевтической химии и позволяет решать задачи разработки и совершенствования методов оценки качества лекарственных средств на всех этапах производственного процесса.

От качества исходных лекарственных веществ зависит и качество готового лекарственного препарата. Наибольшее применение находят лекарственные препараты в таблетированной форме. В форме жевательных таблеток выпускаются и многие витаминные препараты, содержащие в качестве основного вещества аскорбиновую кислоту.

Аскорбиновая кислота участвует в окислительно-восстановительных процессах в человеческом организме, способствует повышению его сопротивляемости заболеваниям, необходима при физических и умственных перегрузках, нарушает метаболизм раковых стволовых клеток и останавливает их рост [2–5], в качестве замедлителя старения, заживления и восстановления защитных функций кожи.

Определению аскорбиновой кислоты в лекарственных препаратах и продуктах питания уделено внимание в многочисленных публикациях. Анализ различных источников информации показал, что методы определения содержания аскорбиновой кислоты в зависимости от объекта изучения подразделяются на объемные, физико-химические, биологические. При определении витамина

С в пищевых продуктах применяют методы индофенольного титрования: арбитражный, с применением сероводорода и контрольный (упрощенный). Имеющиеся методы анализа, хоть и имеют различные методики, отражают только аналитические процессы, которые характеризуются недостатком специфичности [6–8]. Выбор метода зависит от свойств исследуемого продукта и назначения анализа.

Оценку качества лекарственных препаратов целесообразно проводить не только химическими, но и более чувствительными инструментальными методами.

Для контроля качества лекарственных средств на предприятии используют инструментальные методы фармацевтического анализа. Среди последних наибольшее распространение получили оптические методы анализа. В первую очередь к таким методам относятся высокоэффективная жидкостная хроматография (ВЭЖХ), ИК- и УФ-спектрофотометрия. Использование этих методов на практике позволяет определять подлинность, количественный анализ, чистоту. Также используют поляризиметрию, масс-спектрометрию, спектроскопии ядерного магнитного резонанса.

Метод дифференциальной спектрофотометрии основан на измерении светопоглощения анализируемого раствора относительно раствора сравнения, со-

державшего известное количество стандартного образца испытуемого вещества [9–12].

Спектрофотометрические методы анализа основаны на использовании объединенного закона Бугера – Ламберта – Бера, относительное уменьшение величины светового потока прямо пропорционально концентрации и толщине поглощающего света:

$$D = k C l, \quad (1)$$

где  $k$  – коэффициент пропорциональности или молярный коэффициент поглощения;  $l$  – толщина поглощающего света;  $C$  – концентрация.

Количественная характеристика поглощающей способности оценивается величиной оптической плотности

$$D = \lg(J_0/J), \quad (2)$$

где  $J$  – интенсивность светового потока, выходящего из поглощающей среды;  $J_0$  – интенсивность падающего светового потока.

В ряде случаев даже при использовании монохроматического излучения могут наблюдаться отклонения от закона Бугера – Ламберта – Бера, обусловленные процессами диссоциации, ассоциации и комплексообразования. При наличии таких отклонений следует пользоваться не формулой, а экспериментально найденной зависимостью оптической плотности от концентрации.

Метод высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ), где спектрофотометр используется как детектор, позволяет проводить качественный и количественный анализ многокомпонентных систем с высокой точностью при наличии большого количества веществ в смеси с близкими физико-химическими свойствами [13–20].

В основе хроматографического анализа лежит разделение компонентов смеси. Это означает, что в процессе хроматографии компоненты смеси не претерпевают химических превращений. После хроматографического разделения компонентов пробы можно осуществить их идентификацию, определить количественное содержание каждого компонента смеси, а также выделить отдельные компоненты в небольших количествах.

Высокоэффективная жидкостная хроматография (ВЭЖХ) – это метод колоночной хроматографии, в котором подвижной фазой служит жидкость, движущаяся через хроматографическую колонку, заполненную неподвижной фазой (сорбентом). Одной из главных причин следует назвать большой диапазон молекулярных масс веществ, с которыми можно работать: от нескольких единиц до десятков миллионов, что существенно больше, чем в газовой хроматографии. Также мягкость условий ВЭЖХ

(большинство разделений можно проводить при температурах, близких к комнатной, при отсутствии контакта с воздухом). Все это делает ВЭЖХ особенно пригодным, а при исследованиях лабильных соединений (биологически активных веществ и биополимеров) – единственным методом [21–22].

Разнообразие имеющихся методов анализа требует определенности при выборе того или иного метода определения аскорбиновой кислоты в фармацевтических синтетических препаратах в процессе производства и контроля качества.

*Целью* настоящей работы являлось изучение особенностей некоторых инструментальных методов определения аскорбиновой кислоты в лекарственном препарате.

### **Материалы и методы**

В работе в качестве объекта исследования выступил лекарственный препарат «Асвитол». Выбранный препарат относится к группе витаминов и витаминоподобных средств, восполняющих дефицит витамина С. Основным компонентом «Асвитола» является аскорбиновая кислота (табл. 1).

Исследование заключается в анализе на подлинность и содержание действующего вещества в таблетке и вычислении отклонения в его содержании.

Таблица 1. Состав на одну таблетку

Table 1. Composition per tablet

Наименование	Состав, мг
Активное вещество	
Аскорбиновая кислота	200
Вспомогательные вещества	
Аспартам	3,0
Ароматизатор	0,4
Стеариновая кислота	1,0
Тальк	6,7
Поливинилпирролидон	5,7
Карбоксиметилкрахмал натрия	1,6

Для определения лекарственного вещества (аскорбиновой кислоты) в препарате «Асвитол» использовали спектрофотометрический метод и метод высокоэффективной жидкостной хроматографии [9–12].

Для проведения спектрофотометрического определения аскорбиновой кислоты использовали:

- спектрофотометр SHIMADZU VV-1800, позволяющий проводить измерения при длинах волн от 185 до 1010 нм, допустимая абсолютная погрешность измерения коэффициента пропускания – не более 1%;

- кюветы кварцевые для спектрофотометрии с длиной оптического пути 10 мм;

- весы лабораторные с пределами абсолютной погрешности однократного взвешивания  $\pm 0,1$  мг;

- раствор соляной кислоты 2%;

- раствор 2,6-дихлорфенолиндофенолята натрия (раствор красителя);

- аскорбиновая кислота – стандартный образец;

- солянокислый буфер pH 5,2;

- раствор соляной кислоты 1,0 М;

- раствор ацетата натрия 1,0 М.

Определяли средний вес исследуемого образца, измельчали и переводили его в раствор. При необходимости растворы фильтровали. Определяли оптическую плотность стандартного и исследуемого образцов. По калибровочному графику находили содержание определяемого вещества в исследуемом образце. Проводили расчеты по формуле

$$X = D_1 a_0 b / D_0 a_1, \quad (3)$$

где  $D_1$  – оптическая плотность пробы;  $D_0$  – оптическая плотность стандартного раствора;  $a_1$  – навеска пробы;  $a_0$  – навеска стандартного раствора;  $b$  – средний вес таблетки.

За окончательный результат определения принимали среднее арифметиче-

ское нескольких определений. Расхождение между двумя параллельными определениями не должно превышать 3% от среднего арифметического.

В основе хроматографического анализа лежит разделение компонентов смеси [13–20]. Это означает, что в процессе хроматографии компоненты смеси не претерпевают химических превращений. После хроматографического разделения компонентов пробы можно осуществить их идентификацию, определить количественное содержание каждого компонента смеси, а также выделить отдельные компоненты в небольших количествах.

Хроматография – это физико-химический метод разделения и определения веществ, основанный на многократном повторении актов распределения компонентов между двумя фазами – подвижной и неподвижной. Современные жидкостные хроматографы предназначены для разделения сложных смесей веществ на отдельные компоненты и проведения качественного и количественного анализа компонентов разделяемой смеси.

Определение витамина С методом ВЭЖХ проводят в интервале концентраций от 150 до 300 мкг/мл.

В зависимости от состава анализируемого препарата готовят стандартный раствор витаминов рассматриваемой группы, содержащихся в этом препарате. Точные навески стандартных об-

разцов витамина С, примерно равные содержанию этих витаминов в 1 таблетке анализируемого препарата, помещают в мерную колбу вместимостью 50 мл, добавляют 20 мл подвижной фазы, нагревают в течение 20 мин на водяной бане при 60°C, охлаждают до комнатной температуры, доводят объем раствора подвижной фазой до метки и перемешивают.

Для приготовления испытуемого раствора растирают 10 таблеток и отбирают точную навеску порошка, примерно равную массе одной таблетки.

Проверка пригодности хроматографической системы проводится в начале очередной серии анализов, а также при смене колонки или подвижной фазы.

Для определения посторонних примесей используют принцип наложения хроматограммы растворителя на хроматограмму испытуемого раствора и определяют пики, характерные для растворителя. Пики, обнаруженные на хроматограмме растворителя, должны быть исключены из интегрирования на хроматограмме испытуемого раствора.

## Результаты и их обсуждение

Спектрофотометрическое определение основного компонента препарата «Асвитол» аскорбиновой кислоты проводили в присутствии красителя – 2,6-дихлорфенолиндофенола, который вступает во взаимодействие с аскорби-

новой кислотой. На протекание этой реакции, особенно на изменение цветового показателя, существенное влияние оказывает рН среды. Восстановленная форма бесцветна, окисленная форма в кислой среде окрашена в красно-розовый цвет, в щелочной среде – в синий.

Установлено, что оптимальные значения рН для определения содержания аскорбиновой кислоты находятся в диапазоне 5,5...7,0 (рис. 1). При более высоком значении рН происходит окисление аскорбиновой кислоты, а переход в более кислую среду оказывает влияние на стабильность 2,6-дихлорфенолиндофенола.

Для определения содержания аскорбиновой кислоты в исследуемом препарате готовили серию стандартных растворов с различной концентрацией опре-

деляемого вещества и определяли их оптическую плотность. По полученным данным строили график зависимости оптической плотности от концентрации определяемого компонента  $A = f(C_{\text{Аск}})$  (рис. 2).

Используя данные измерений, получаем уравнение калибровочного графика, которое выглядит следующим образом:

$$A = 0,4812C_{\text{аск}} + 0,040.$$

Коэффициент корреляции  $R^2 = 0,9906$  указывает на количественную зависимость.

В таблице 2 представлены усредненные экспериментальные данные определения аскорбиновой кислоты в лекарственных формах препарата «Асвитол» спектрофотометрическим методом.

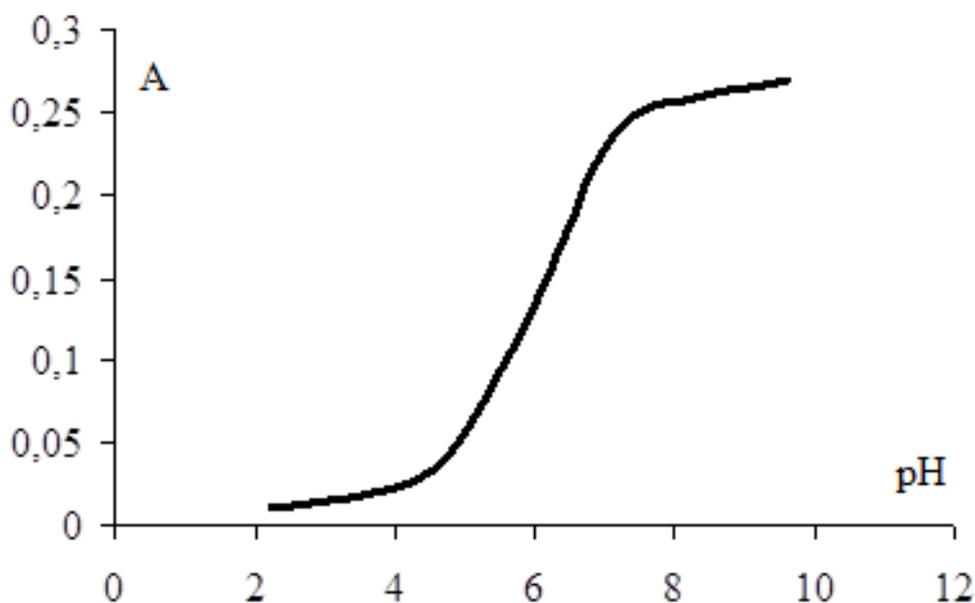
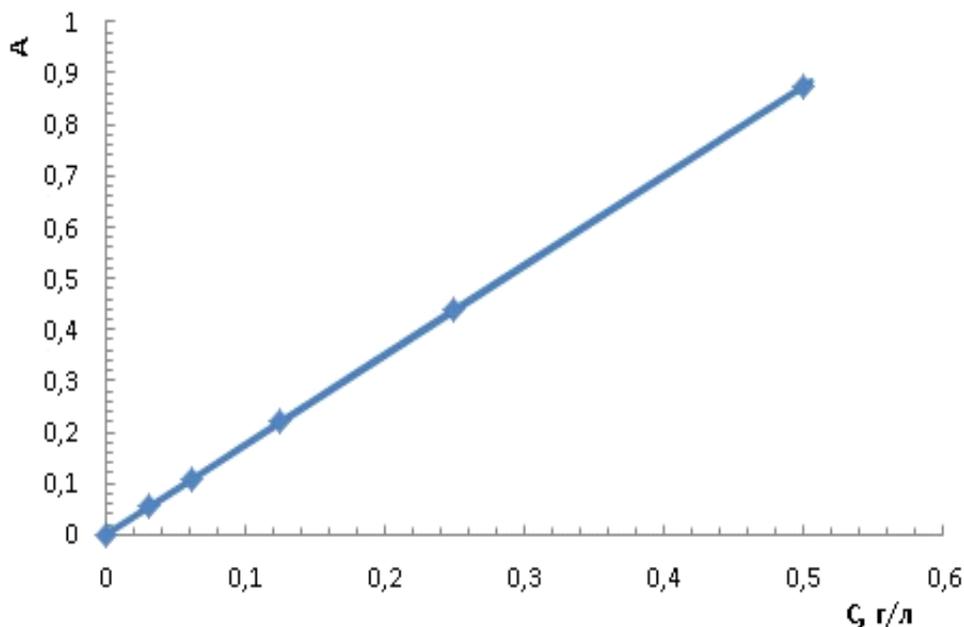


Рис. 1. Зависимость оптической плотности раствора от рН среды

Fig. 1. The dependence of the optical density of the solution on the pH of the medium



**Рис. 2.** График зависимости оптической плотности от концентрации аскорбиновой кислоты при  $\lambda = 600$  нм

**Fig. 2.** Graph of the dependence of optical density on the concentration of ascorbic acid at  $\lambda = 600$  nm

**Таблица 2.** Результаты определения аскорбиновой кислоты спектрофотометрическим методом

**Table 2.** The results of the determination of ascorbic acid by the spectrophotometric method

Объект	Найдено, мг	Среднее значение точности	Достоверность и воспроизводимость	Относительная ошибка определения, %
«Асвитол»	200,01 199,93 199,97 200,02 199,95 199,98	0,0263	$0,068 \pm 0,005$	0,16

Как следует из данных таблицы 2, в данном анализируемом препарате возможно определение аскорбиновой кислоты спектрофотометрическим методом с достаточной точностью.

Отклонение в содержании действующего вещества вполне допустимо и со-

ставляет 0,16%. Предельно обнаруживаемая концентрация 0,52 мг/л. Эта величина свидетельствует о достаточной чувствительности реакции.

Определение подлинности и количественного определения в лекарственном препарате проводят в соответствии

с методикой хроматографического определения. Анализ начинается с приготовления растворов элюента, испытуемых проб стандартного образца и исследуемого, подготовки хроматографа к работе.

Для определения подлинности проверяют соответствие времени удерживания основного пика на хроматограмме испытуемого раствора времени удерживания пика на хроматограмме раствора стандартного образца.

По хроматограммам раствора стандартного образца проводят калибровку по определяемым компонентам и, используя заданные в расчетном методе параметры для интегрирования, рассчитывают содержание анализируемого компонента.

Хроматографическое определение аскорбиновой кислоты в препарате «Асвитол» начинали с проведения проверки пригодности хроматографической системы.

На рисунке 3 приведен тест пригодности хроматографической системы.

Видно, что исследуемая хроматографическая система пригодна для проведения анализов, т.к. на хроматограмме раствора стандартного образца:

– относительное стандартное отклонение площади пика аскорбиновой кислоты, рассчитанное по шести последовательным хроматограммам, не превышает 2,0% и составляет 0,85%;

– фактор асимметрии пика аскорбиновой кислоты не более 2,0%;

– соотношение сигнал: шум более 20:1;

– эффективность колонки, рассчитанная по основному пику, более 2000 теоретических тарелок и составляет 3000 теоретических тарелок.

В ходе работы была исследована серия препарата «Асвитол» 200 мг по показателю «подлинность», количественное определение. Определения проводили по трем инъекциям, с определенной навеской препарата. На рисунках 4, 5 представлены рабочие хроматограммы, полученные на хроматографе Agilent 1260 Infinity с использованием виал типа P1-F-1 в диапазоне длин MWD1A.

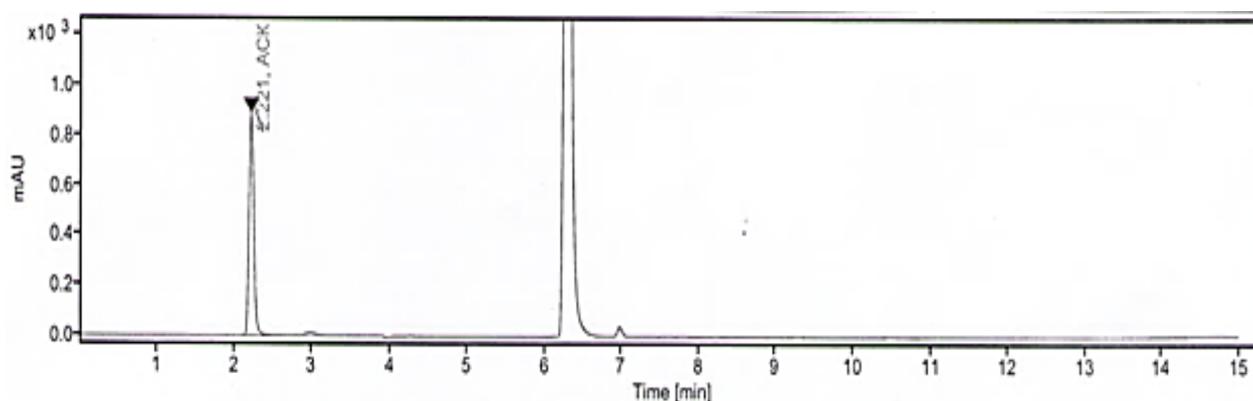


Рис. 3. Тест пригодности хроматографической системы

Fig. 3. Chromatographic System Suitability Test

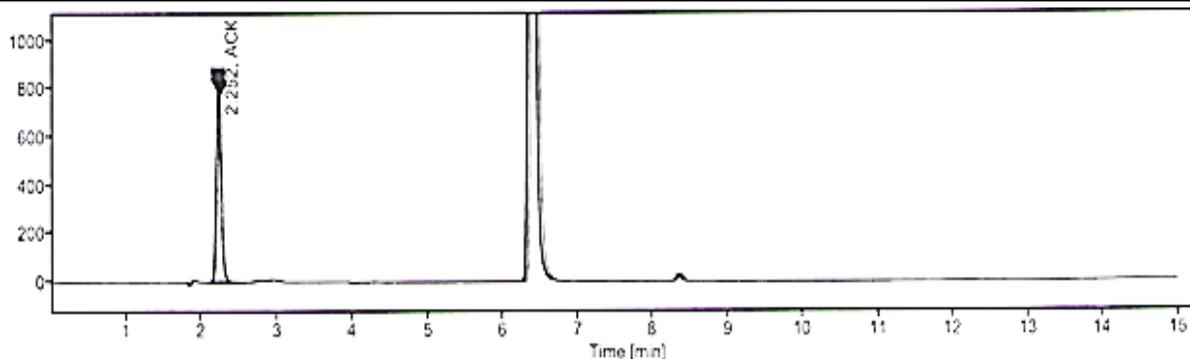


Рис. 4. Хроматограммы, полученные при сигнале прибора 243.4

Fig. 4. Chromatograms obtained at the signal of the device 243.4

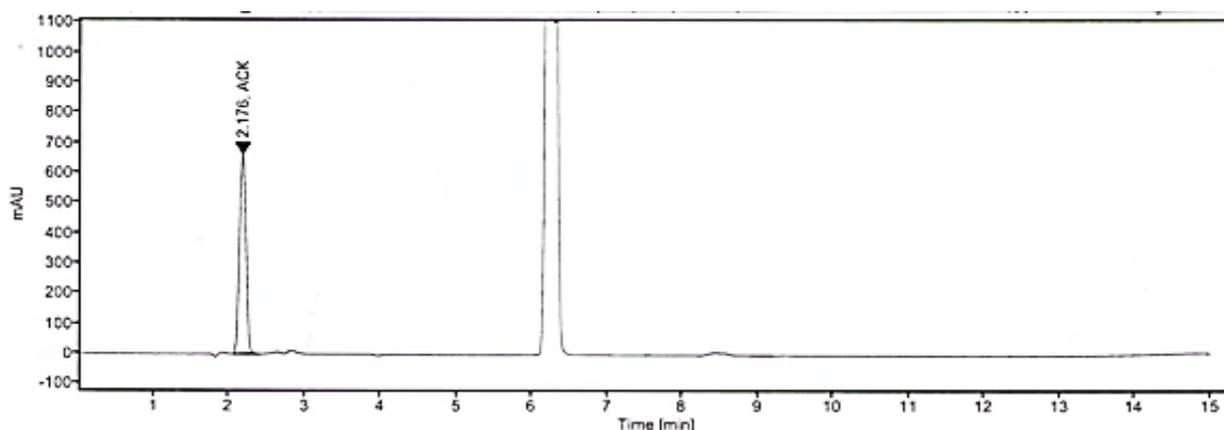


Рис. 5. Хроматограммы, полученные при сигнале прибора 273.4

Fig. 5. Chromatograms obtained at the signal of the device 273.4

Полученные результаты позволяют утверждать, что в состав исследуемого образца входит собственно аскорбиновая кислота.

Время удерживания основного пика на хроматограмме испытуемого рас-

твора соответствует времени удерживания на хроматограмме раствора стандартного образца.

В таблице 3 приведены результаты обработки полученных экспериментальных данных.

Таблица 3. Результаты хроматографического анализа

Table 3. Results of chromatographic analysis

Объект	Найдено, мг	Среднее значение точности	Достоверность и воспроизводимость	Относительная ошибка определения, %
«Асвитол», 200 мг	199,96 199,99 200,01 199,98 199,99 200,02	0,0233	0,077 ± 0,006	0,11

Количественное определение аскорбиновой кислоты в пересчете на среднюю массу 1 таблетки «Асвитол» составляет для дозировки 200 мг от 199,96 до 200,02 мг, что входит в допустимые пределы.

На хроматограмме испытуемого раствора основной пик выходит в одно время с основным пиком на хроматограмме стандартного образца, что свидетельствует о выдерживании испытания по показателю «подлинность».

### Выводы

Для контроля качества лекарственного средства предложено использовать инструментальные методы анализа, которые обладают неоспоримыми преимуществами, такими как низкие значения предела обнаружения и предела количественного определения, специфичность.

Спектрофотометрический метод анализа – применяемый чаще других и наиболее совершенный среди методов молекулярного анализа.

Точность метода не очень велика, т. к. используемые в оборудовании фильтры имеют недостаточно узкую полосу пропускания. Результаты, полученные с использованием метода высокоэффективной жидкостной хроматографии, имеют значения с меньшим разбросом.

Используемое современное оборудование (и спектрофотометр, и хроматограф) позволяет получать результаты определения содержания аскорбиновой кислоты в режиме реального времени. Оба метода анализа подразумевают перевод исследуемого препарата в раствор, с последующим определением действующего вещества и возможностью автоматической фиксации конечного результата.

Для получения конечных результатов в одном и другом случаях необходимо построение калибровочной зависимости с использованием стандартного раствора.

Для определения содержания аскорбиновой кислоты в препарате «Асвитол», содержащем основной компонент в количестве, намного превышающем массу вспомогательных компонентов, наряду с методом высокоэффективной жидкостной хроматографии также применим и спектрофотометрический метод анализа. Последний, в силу использования менее дорогостоящего оборудования, наиболее приемлем для определения аскорбиновой кислоты в препарате «Асвитол» не только в фармакопейном анализе, но и во внутриаптечном контроле.

### Список литературы

1. Машковский М. Д. Лекарственные средства. М.: Медицина, 2014. 1216 с.
2. Девис М., Остин Дж., Патридж Д. Витамин С: Химия и биохимия. М.: Мир, 1999. 176 с.

3. Мурашев С. В. Изменение содержания аскорбиновой кислоты при хранении и переработке // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. 2015. № 41. С. 64–68
4. Горбачев В. В., Горбачева В. Н. Витамины. Макро- и микроэлементы: справочник. М.: Медицинская книга, 2011. 428 с.
5. Алексенцев В. Г. Витамины и человек. М.: Дрофа, 2006. 453 с.
6. Куриленко О. Д. Краткий справочник по химии. Киев: Наукова думка, 1974. 967 с.
7. Харкевич Д. А. Фармакология. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2010. 908 с.
8. Сологуб Т. В., Цветков В. В., Голобоков Г. С. Возможность комплексной терапии гриппа и ОРВИ с включением комбинированных препаратов // Медицинский совет. 2015. № 16. С. 102–107.
9. Коренман И. М. Фотометрический анализ. Методы определения органических соединений. М.: Химия, 1970. 344 с.
10. Берштейн Н. Я. Спектрофотометрический анализ в органической химии. М.: Химия, 1986. 200 с.
11. Гавриленко Н. А., Суханов А. В., Мохова О. В. Окислительно-восстановительные и кислотно-основные свойства 2,6-дихлорфенолиндофенола, иммобилизованного в полиметакрилатную матрицу // Журнал аналитической химии. 2010. Т. 65, № 1. С. 20–24.
12. Дмитриенко С. Г., Гончарова Л. В., Рунов В. К. Сорбционно-фотометрическое определение аскорбиновой кислоты с помощью гетерополикислот, иммобилизованных на пенополиуретане // Журнал аналитической химии. 1998. Т. 53, № 9. С. 914–918.
13. Айвазов Б. В. Практическое руководство по хроматографии. М.: Высшая школа, 1968. 280 с.
14. Садек П. Растворители для ВЭЖХ. М.: Бинوم. Лаборатория знаний, 2006. 704 с.
15. Бёккер Ю. Хроматография. Инструментальная аналитика: методы хроматографии и капиллярного электрофореза. М.: Техносфера, 2009. 458 с.
16. Кац Э. Количественный анализ хроматографическими методами. М.: Химия, 1990. 223 с.
17. Li X., Franke A.A. Fast HPLC-ESD analysis of ascorbic acid, dehydroascorbic acid and acid // Journal Chromatography. B, Analytical Technologies in the Biomedical Life and Sci. 2009. Vol. 877(10). P. 853–856
18. Бурых Г. В., Шевцова С. В. Атомно-адсорбционное определение ионов натрия и калия // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Физика и химия. 2012. № 2. С. 158–163

19. Бурых Г. В., Шевцова С. В. Определение элементов методом пламенной атомной абсорбции при относительно низких пределах обнаружения // Перспективные технологии, оборудование и аналитические системы для материаловедения и наноматериалов: труды XI Международной конференции / Юго-Зап. гос. ун-т. Курск, 2014. С. 353–357.

20. Бурых Г. В., Шевцова С. В. Особенности определения некоторых токсичных элементов методом пламенной атомной абсорбции // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Физика и химия. 2014. № 1. С. 78–81.

21. Сычев К. С. Практическое руководство по жидкостной хроматографии. М.: Техносфера, 2010. 272 с.

22. Лесс В. Р. Практическое руководство для лабораторий. Специальные методы. СПб.: Профессия, 2011. 472 с.

### References

1. Mashkovskii M. D. *Meditsina [Medicines]*. Moscow, Medicine Publ., 2014. 1216 p.
2. Davis M., Austin J., Partridge D. *Vitamin S: Khimiya i biokhimiya [Vitamin C: Chemistry and Biochemistry]*. Moscow, Mir Publ., 1999. 176 p.
3. Murashev S. V. *Izmenenie sodержaniya askorbinovoi kisloty pri khranении i pererabotke [Change in the content of ascorbic acid during storage and processing]*. *Izvestiya Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Bulletin of the St. Petersburg State Agrarian University*, 2015, no. 41, pp. 64–68.
4. Gorbachev V. V., Gorbacheva V. N. *Vitaminy. Makro i mikroelementy [Vitamins. Macro- and microelements]*. Moscow, Meditsinskaya kniga Publ., 2011. 428 p.
5. Aleksentsev V. G. *Vitaminy i chelovek [Vitamins and man]*. Moscow, Drofa Publ., 2006. 453 p.
6. Kurylenko O. D. *Kratkii spravochnik po khimii [Brief reference book on chemistry]*. Kiev, Naukova Dumka Publ., 1974. 967 p.
7. Kharkevich D. A. *Farmakologiya [Pharmacology]*. Moscow, GEOTAR-Media Publ., 2010. 908 p.
8. Sologub T. V., Tsvetkov V. V., Golobokov G. S. *Vozmozhnost' kompleksnoi terapii grippa i ORVI s vklyucheniem kombinirovannykh preparatov [The possibility of complex therapy of influenza and SARS with the inclusion of combined drugs]*. *Meditsinskii sovet = Medical Council*, 2015, no. 16, pp. 102–107.
9. Korenman I. M. *Fotometricheskii analiz. Metody opredeleniya organicheskikh soedinenii [Photometric analysis. Methods for the determination of organic compounds]*. Moscow, Khimiya Publ., 1970. 344 p.

10. Bershtein N. Ya. Spektrofotometricheskii analiz v organicheskoi khimii [Spectrophotometric analysis in organic chemistry]. Moscow, Khimiya Publ., 1986. 200 p.

11. Gavrilenko N. A., Sukhanov A. V., Mokhova O. V. Okislitel'no-voosstanovitel'nye i kislotno-osnovnye svoistva 2,6-dikhlorfenolindofenola, immobilizovannogo v polime-takrilatnuyu matritsu [Redox and acid-base properties of 2,6-dichlorophenolindophenol immobilized in a polymethacrylate matrix]. *Zhurnal analiticheskoi khimii = Journal of Analytical Chemistry*, 2010, no. 1, vol. 65, pp. 20–24.

12. Dmitrienko S. G., Goncharova L. V., Runov V. K. Sorbtionno-fotometricheskoe opredelenie askorbinovoi kisloty s pomoshch'yu geteropolikislot, immobilizovannykh na penopoliuretane [Sorption-photometric determination of ascorbic acid using heteropolyacids immobilized on polyurethane foam]. *Zhurnal analiticheskoi khimii = Journal of Analytical Chemistry*, 1998, no. 9, vol. 53, pp. 914–918.

13. Aivazov B. V. Prakticheskoe rukovodstvo po khromatografii [A practical guide to chromatography]. Moscow, Vysshaya shkola Publ., 1968. 280 p.

14. Sadek P. Rastvoriteli dlya VEZhKh [Solvents for HPLC]. Moscow, Binom. Laboratoriya znaniy, 2006. 704 p.

15. Böcker Y. Khromatografiya. Instrumental'naya analitika: metody khromatografii i kapillyarnogo elektroforeza [Chromatography. Instrumental analytics: methods of chromatography and capillary electrophoresis]. Moscow, Technosfera Publ., 2009. 458 p.

16. Katz E. Kolichestvennyi analiz khromatograficheskimi metodami [Quantitative analysis by chromatographic methods]. Moscow, Khimiya Publ., 1990. 223 p.

17. Li X., Franke A. A. Fast HPLC-ESD analysis of ascorbic acid, dehydroascorbic acid and acid. *Journal Chromatography. B, Analytical Technologies in the Biomedical Life and Science*, 2009, vol. 877(10), pp.853–856.

18. Buryih G. V., Shevtsova S. V. Atomno-adsorbtsionnoe opredelenie ionov natriya i kaliya [Atomic adsorption determination of sodium and potassium ions]. *Izvestiya Yugo-Zapadnogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Fizika i khimiya = Proceedings of the Southwest State University. Series: Physics and Chemistry*, 2012, no. 2, pp. 158–163.

19. Buryih G. V., Shevtsova S. V. [Determination of elements by flame atomic absorption at relatively low detection limits]. *Perspektivnye tekhnologii, oborudovanie i analiticheskie sistemy dlya materialovedeniya i nanomaterialov. Trudy XI Mezhdunarodnoi konferentsii* [Perspective technologies, equipment and analytical systems for materials science and nanomaterials. Proceedings of the XI international conference]. Kursk, Southwest St. Univ. Publ., 2014, pp. 353–357. (In Russ.)

20. Buryih G. V., Shevtsova S. V. Osobennosti opredeleniya nekotorykh toksichnykh elementov metodom plamennoi atomnoi absorptsii [Features of the determination of some toxic

elements by the method of flame atomic absorption]. *Izvestiya Yugo-Zapadnogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Fizika i khimiya = Proceedings of the Southwest State University. Series: Physics and Chemistry*, 2014, no. 1, pp. 78–81.

21. Sychev K. S. *Prakticheskoe rukovodstvo po zhidkostnoi khromatografii* [A practical guide to liquid chromatography]. Moscow, Technosfera Publ., 2010. 272 p.

22. Less W. R. *Prakticheskoe rukovodstvo dlya laboratorii. Spetsial'nye metody* [A practical guide for laboratories. Special methods]. St. Petersburg, Professiya Publ., 2011. 472 p.

---

### Информация об авторах / Information about the Authors

**Бурых Галина Викторовна**, кандидат химических наук, доцент кафедры фундаментальной химии и химической технологии, Юго-Западный государственный университет, г. Курск, Российская Федерация, e-mail: bgalav@mail.ru

**Galina V. Buryih**, Cand. of Sci. (Chemical), Associate Professor of the Department of Fundamental Chemistry and Chemical Technology, Southwest State University, Kursk, Russian Federation, e-mail: bgalav@mail.ru

**Гусельникова Татьяна Викторовна**, студент кафедры фундаментальной химии и химической технологии, Юго-Западный государственный университет, г. Курск, Российская Федерация, e-mail: nakylika@gmail.com

**Tatiana V. Guselnikova**, Student of the Department of Fundamental Chemistry and Chemical Technology, Southwest State University, Kursk, Russian Federation, e-mail: nakylika@gmail.com

**Дурнев Денис Алексеевич**, студент кафедры фундаментальной химии и химической технологии, Юго-Западный государственный университет, г. Курск, Российская Федерация, e-mail: denisdurnev@mail.ru

**Denis A. Durnev**, Student of the Department of Fundamental Chemistry and Chemical Technology, Southwest State University, Kursk, Russian Federation, e-mail: denis dur-nev@mail.ru

**Косяшников Юлиа Александровна**, студент кафедры фундаментальной химии и химической технологии, Юго-Западный государственный университет, г. Курск, Российская Федерация, e-mail: kosyashnikova93@bk.ru

**Yulia A. Kosyashnikova**, Student of the Department of Fundamental Chemistry and Chemical Technology, Southwest State University, Kursk, Russian Federation, e-mail: kosyashnikova93@bk.ru