

НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК БЕЛАРУСИ
Научно-практический центр Национальной академии
наук Беларуси по продовольствию



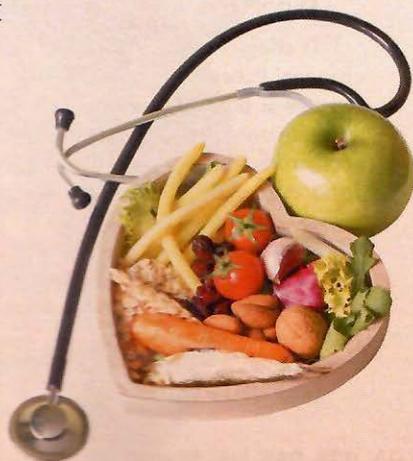
НАУКА, ПИТАНИЕ И ЗДОРОВЬЕ

СБОРНИК НАУЧНЫХ ТРУДОВ

Под общей редакцией З. В. Ловкиса

В двух частях

Часть 2



Минск
«Беларуская навука»
2021

Редакционная коллегия:

член-корреспондент НАН Беларуси, доктор технических наук,
профессор З. В. Ловкис (главный редактор);
член-корреспондент НАН Беларуси, доктор технических наук,
профессор П. П. Казакевич;
член-корреспондент НАН Беларуси, доктор технических наук,
доцент В. В. Азаренко; кандидат технических наук А. А. Шепшелев;
кандидат филологических наук Н. П. Миронова;
кандидат технических наук К. И. Жакова;
кандидат экономических наук, доцент А. В. Мелешеня;
кандидат биологических наук, доцент В. А. Самсонович

Рецензенты:

доктор технических наук, профессор А. В. Акулич,
доктор технических наук, профессор В. Я. Груданов

Наука, питание и здоровье : сб. науч. тр. В 2 ч. Ч. 2 / под общ. ред.
Н34 З. В. Ловкиса / Науч.-практ. центр Нац. акад. наук Беларуси по продоволь-
ствию. – Минск : Беларуская навука, 2021. – 536 с.
ISBN 978-985-08-2746-3.

В сборнике представлены материалы научных исследований в области здорового питания. Рассматриваются медицинские и социальные аспекты правильного питания населения и вопросы диетологии. Освещаются вопросы обогащения пищевых продуктов витаминами и микронутриентами, разработки функциональных и специализированных продуктов, перспективы развития промышленных биотехнологий и технологий переработки сырья растительного и животного происхождения, управления качеством и безопасностью продуктов питания.

Сборник предназначен для научных работников, аспирантов, преподавателей и студентов профильных научных организаций и учреждений образования, а также для специалистов предприятий пищевой промышленности.

УДК[[633/634+637]:658.562+613.2](082)

ББК 36-7я43

ISBN 978-985-08-2746-3 (ч. 2)

ISBN 938-985-08-2739-5

© РУП «Научно-практический центр
Национальной академии наук Беларуси
по продовольствию», 2021

© Оформление. РУП «Издательский дом
«Беларуская навука», 2021

- ¹С. В. Черепица, кандидат физико-математических наук;
¹С. Н. Сытова, кандидат физико-математических наук;
¹А. Н. Коваленко; ^{1,2}Л. Н. Соболенко; ^{1,2}Е. Д. Шевченко;
²М. Ф. Заяц, кандидат физико-математических наук;
²В. В. Егоров, доктор химических наук, профессор;
²С. М. Лещёв, доктор химических наук, профессор;
²И. В. Мельситова, кандидат химических наук, доцент;
²Н. Н. Костюк, кандидат химических наук;
³С. С. Ветохин, кандидат физико-математических наук, доцент;
³Н. И. Заяц, кандидат технических наук, доцент

¹*Институт ядерных проблем Белорусского государственного университета,
г. Минск, Республика Беларусь*

²*Белорусский государственный университет, г. Минск, Республика Беларусь*

³*Белорусский государственный технологический университет,
г. Минск, Республика Беларусь*

ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА СТАНДАРТНЫХ ОБРАЗЦОВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА И БЕЗОПАСНОСТИ АЛКОГОЛЬНОЙ ПРОДУКЦИИ

Аннотация. Представлен аналитический обзор источников информации, находящихся в открытом доступе, о методах анализа и стандартных образцах, применяемых для анализа алкогольной и спиртосодержащей продукции. Проанализированы недостатки стандартных образцов, применяемых в настоящее время в Республике Беларусь для вышеописанных целей и предложены их решения.

Ключевые слова: стандартные образцы, алкогольная продукция, безопасность пищевых продуктов.

- ¹S. V. Charapitsa, Cand. Sc. (Phys.-Math.); ¹S. N. Sytova, Cand. Sc. (Phys.-Math.);
¹A. N. Kavalenka; ^{1,2}L. N. Sobolenko; ^{1,2}Y. D. Shauchenka, MF Zayats, Cand. Sc. (Chem.);
²V. V. Egorov, Dr. Sc. (Chem.), Full Professor;
²S. M. Leschev, Dr. Sc. (Chem.), Full Professor;
²I. V. Melsitova, Cand. Sc. (Chem.), Associate Professor;
²N. N. Kostyuk, Cand. Sc. (Chem.);
³S. S. Vetokhin, Cand. Sc. (Phys.-Math.), Associate Professor;
³N. I. Zayats, Cand. Sc. (Tech.), Associate Professor

¹*Institute for Nuclear Problems of Belarusian State University, Minsk, Republic of Belarus*

²*Belarusian State University, Minsk, Republic of Belarus*

³*Belarusian State Technological University, Minsk, Republic of Belarus*

ORGANIZATION OF PRODUCTION OF REFERENCE MATERIALS FOR QUALITY AND SAFETY CONTROL OF ALCOHOLIC PRODUCTS

Abstract. An analytical review of publicly available information sources on methods of analysis and reference materials used for the analysis of alcoholic and ethanol-containing products is presented. The disadvantages of the reference materials currently used in the Republic of Belarus for the above purposes are analyzed and their solutions are proposed.

Keywords: reference materials, alcoholic beverages, food safety.

Введение. Определение содержания летучих компонентов в алкогольной продукции выполняют преимущественно на газовых хроматографах, оснащенных пламенно-ионизационным детектором. В соответствии с нормативными государственными и межгосударственными стандартами, действующими на территории ЕАЭС, количественное определение характеристических и примесных летучих компонентов в алкогольной и спиртосодержащей продукции проводится методом внешнего стандарта [1–5]. Данный метод анализа основан на использовании растворов для градуировки, в качестве которых могут выступать растворы стандартных образцов (СО) или растворы, приготовленные в лаборатории самостоятельно.

В настоящее время в Республике Беларусь в качестве государственных стандартных образцов (ГСО) используют стандартные образцы производства ГНУ ВНИИПБТ Россельхозакадемии – ГСО состава растворов токсичных микропримесей в этиловом спирте (комплект РС) (Госреестр № 1707–2018, Нацреестр № 8404–2003, МСО № 1748:2011) [6] и ГСО состава растворов токсичных микропримесей в водно-спиртовой смеси (комплект РВ) (Госреестр № 1708–2018, Нацреестр № 8405–2003, МСО № 1749:2011) [7].

Стандартные образцы производства ВНИИПБТ. ГСО № 8404–2003 [6] и ГСО № 8405–2003 [7] представляют собой два набора растворов летучих компонентов (комплект «РВ» и комплект «РС») и применяются для анализа водки и спирта этилового соответственно. Каждый набор состоит из трех растворов: РВ-1, РВ-2, РВ-3 и РС-1, РС-2, РС-3 (рис. 1).

ГСО представляют собой водно-этанольные растворы летучих компонентов: ацетальдегида, метилацетата, этилацетата, метанола, 2-пропанола, 1-пропанола, 2-метил-1-пропанола 1-бутанола, 3-метил-1-бутанола. Материал стандартных образцов расфасован по $15,0 \pm 0,5$ мл в пенициллиновые флаконы



Рис. 1. Внешний вид стандартных образцов производства ВНИИПБТ: набор «РВ»

вместимостью 20 мл, закрытые полиэтиленовыми крышками, которые герметично покрыты парафином. Диапазон концентраций составляет 0,79–790 мг/л для метанола и 0,71–10,0 мг/л для остальных летучих компонентов. Процедура применения СО предполагает многократное использование данных растворов.

В соответствии с СТБ ГОСТ Р 51698-2001 [1] и ГОСТ 30536-2013 [2] данные ГСО должны в обязательном безальтернативном порядке применяться при анализе водки и спирта этилового из пищевого сырья и для коньяков, дистиллятов коньячных и бренди в соответствии с ГОСТ 33408-2015 [3].

Анализ государственных стандартов [1–3] показал, что указанные выше СО не удовлетворяют требованиям этих стандартов. Так, например, в СТБ ГОСТ Р 51698-2001 [1] заявлено определение количественного содержания метанола в водке от 0,79 до 790 мг/л, тогда как верхнее значение количественного содержания метанола в СО – 10,0 мг/л.

Необходимо отметить, что заявленная величина погрешности концентрации летучих компонентов в стандартных образцах летучих компонентов, занесенных в Государственный реестр средств измерений Республики Беларусь, составляет 5 % [6, 7]. В свою очередь, в соответствии с принятыми в странах ЕАЭС аттестованными методами ГОСТ 30536-2013 [2] и СТБ ГОСТ Р 51698-2001 [1] показатели точности измерений величин концентраций летучих компонентов в этиловом спирте в диапазоне 0,5–10,0 мг/л составляют 15 %. Минимальная величина определения, указанная в упомянутых выше стандартах – 0,5 мг/л. При этом исходный спирт, используемый для приготовления данных образцов, содержит в своем составе анализируемые летучие компоненты в значимых количествах. Их количество определяется по ГОСТ 30536-2013 [2].

Таким образом, при приготовлении раствора стандартного образца с концентрациями компонентов в $C_i(CO) = 1,0$ мг/л будет использован спирт, содержащий примеси с концентрацией C_i (Спирт) не менее 0,5 мг/л. Допустим, что чистота летучего компонента, вносимого в приготавливаемый раствор P_i , равна 100 %, а неопределенность объема исходного вещества $u(V_i)$, спирта $u(V_{Спирт})$ и раствора стандартного образца $u(V_{CO})$ равны нулю. Тогда при установленной погрешности метода в $U(C_i(\text{Спирт})) = 15\%$ [1, 2] значение установленной погрешности $U(C_i(CO))$ будет определяться по формулам

$$C_i(CO) = \frac{C_i(\text{Спирт}) \cdot V_{\text{спирт}} + P_i \cdot V_i}{V_{CO}}, \quad (1)$$

$$V_{CO} = V_{\text{Спирт}} + V_i, \quad V_{\text{Спирт}} \gg V_i, \quad V_{CO} \approx V_{\text{Спирт}}, \quad (2)$$

$$U(C_i(CO)), \text{ мг/л} = \sqrt{\left(\frac{\partial C_i(CO)}{\partial C_i(\text{Спирт})} \cdot u(C_i(\text{Спирт})) \right)^2 + \left(\frac{\partial C_i(CO)}{\partial V_{\text{Спирт}}} \cdot u(V_{\text{Спирт}}) \right)^2 + \left(\frac{\partial C_i(CO)}{\partial P_i} \cdot u(P_i) \right)^2 + \left(\frac{\partial C_i(CO)}{\partial V_i} \cdot u(V_i) \right)^2 + \left(\frac{\partial C_i(CO)}{\partial V_{CO}} \cdot u(V_{CO}) \right)^2}, \quad (3)$$

$$U(C_i(CO)), \text{ мг/л} = \sqrt{\left(\frac{V_{\text{Спирт}}}{V_{\text{CO}}} \cdot u(C_i(\text{Спирт}))\right)^2 + \left(\frac{C_i(\text{Спирт})}{V_{\text{CO}}} \cdot u(V_{\text{Спирт}})\right)^2 + \left(\frac{V_i}{V_{\text{CO}}} \cdot u(P_i)\right)^2 + \left(\frac{P_i}{V_{\text{CO}}} \cdot u(V_i)\right)^2 + \left(\frac{C_i(CO)}{(V_{\text{CO}})^2} \cdot u(V_{\text{CO}})\right)^2} \quad (4)$$

$$U(C_i(\text{Спирт}))_{\min} = \frac{U(C_i(\text{Спирт})), \% \cdot C_i(\text{Спирт}), \text{ мг/л}}{100 \%} = 0,075 \text{ мг/л}, \quad (5)$$

$$u(V_{\text{спирт}}), u(P_i), u(V_i), u(V_{\text{CO}}) = 0, \quad (6)$$

$$U(C_i(CO))_{\min} = \sqrt{(1 \cdot 0,075)^2 + (0)^2 + (0)^2 + (0)^2 + (0)^2} = 0,075 \text{ мг/л}, \quad (7)$$

$$U(C_i(CO))_{\min}, \% = \frac{U(C_i(\text{Спирт})), \text{ мг/л}}{C_i(CO), \text{ мг/л}} \cdot 100 \% = \frac{0,075 \text{ мг/л}}{1,0 \text{ мг/л}} \cdot 100 \% = 7,5 \% \cdot (8)$$

По этой причине при использовании указанных выше методик анализа не представляется возможным приготовить СО со значением установленной погрешности ниже 7,5 %. Однако в описании типа стандартных образцов [6, 7] указаны значения, не превышающие 5 %.

Необходимо отметить, что низкие значения аттестуемых концентраций исследуемых компонентов и их высокая летучесть обуславливают невозможность осуществлять какие бы то ни было процедуры с готовыми СО, включая процедуру разбавления или многократный отбор пробы стандартного образца из контейнера, не искажающие значений аттестованных характеристик. Количественный состав растворов изменяется при повторном вскрытии сосуда за счет летучести, в частности ацетальдегида, метилацетата и этилацетата.

В соответствии с требованиями нормативно-правовых документов по учету и контролю алкогольной продукции, являющейся подакцизным товаром, итоговые концентрации исследуемых летучих компонентов должны быть выражены в мг/л безводного спирта [1–5]. Стандартные образцы производства ВНИИПБТ позволяют получать результаты значения концентраций исследуемых летучих компонентов только в размерности мг/л, поскольку в паспорте на СО значения концентраций имеют размерность мг/л. Пересчет концентраций СО из размерности мг/л в размерность мг/л безводного спирта не представляется возможным, поскольку в таком случае необходимо измерить объемное содержание этанола в СО. Однако выполнить такое измерение невозможно, так как объем поставляемых ГСО [6, 7] составляет 15 мл, а для проведения анализа требуется не менее 250 мл [8].

Стандартные образцы производства НИИ ЯП БГУ, БГУ и БГТУ. Для решения указанных выше проблем, связанных с использованием действующих ГСО сотрудниками НИИ ЯП БГУ, БГУ и БГТУ, были разработаны стандартные образцы количественного состава растворов летучих компонентов в водно-этанольной смеси (комплект РВЭ).

Комплект СО «РВЭ» представляет собой набор из 7 индивидуальных стандартных образцов, помещенных в стандартные микровиалы объемом 2 мл, закрытые обжимными крышками. Каждому образцу СО к названию «РВЭ» добавляется один из следующих индексов в зависимости от его сертифицируемых значений: А, В, С, D, 1, 2 или 3. Каждая микровиала с материалом СО имеет наклейку с названием, а также уникальный QR-код, который позволяет идентифицировать отдельно взятую микровиалу с СО. Материал СО расфасован по $1,5 \pm 0,2$ мл в микровиалы вместимостью 2 мл, закрытые прижимными алюминиевыми крышками с тефлоновыми прокладками (рис. 2).

СО готовы к использованию без предварительной пробоподготовки. Микровиалу с материалом стандартного образца помещают в автоматический дозатор жидкостных проб газового хроматографа. После проведения серии газохроматографических измерений в условиях повторяемости стандартный образец хранению не подлежит.

Подробный алгоритм гравиметрического приготовления и определения характеристик СО описан в Евразийском патенте № 036994 [9].

В соответствии с п. 5.8 ГОСТ 8.315 [10] установление сертифицированных значений массовых концентраций летучих компонентов в стандартных образцах проводится по расчетно-экспериментальной процедуре приготовления в соответствии с требованиями [11–13].

Ввиду того что исходные материалы для приготовления СО «РВЭ» и водно-этанольные растворы летучих компонентов однородны по физической основе специальные исследования однородности СО не предусматриваются.

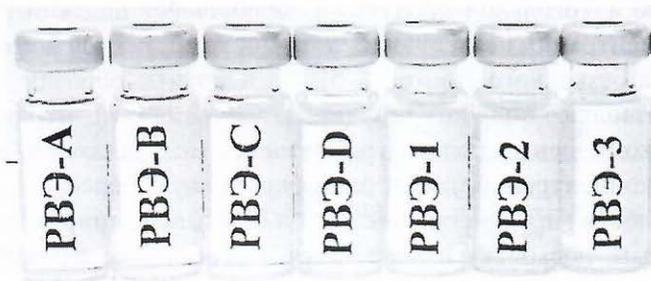


Рис. 2. Внешний вид стандартных образцов производства НИИ ЯП БГУ, БГУ и БГТУ: набор «РВЭ»

Таблица 1. Компонентный состав и нормированные метрологические характеристики стандартных образцов количественного состава растворов летучих компонентов в водно-этанольной смеси (комплект РВЭ)

Аттестуемая характеристика СО, обозначение единицы измерений	Интервалы допускаемых аттестованных значений						
	РВЭ-3	РВЭ-2	РВЭ-1	РВЭ-D	РВЭ-С	РВЭ-В	РВЭ-А
Массовая концентрация уксусного альдегида (ацетальдегида), мг/л (АА) мг/л	1,20–2,60 0,48–1,05	8,7–13,0 3,5–5,0	17,5–25,0 7,0–10,0	175,0–225,0 70,0–90,0	225,0–275,0 90,0–110,0	400,0–600,0 160,0–240,0	4000,0–6000,0 1600,0–2400,0
Массовая концентрация метилового эфира уксусной кислоты (метилацетата), мг/л (АА) мг/л	1,20–2,60 0,48–1,05	8,7–13,0 3,5–5,0	17,5–25,0 7,0–10,0	175,0–225,0 70,0–90,0	225,0–275,0 90,0–110,0	400,0–600,0 160,0–240,0	4000,0–6000,0 1600,0–2400,0
Массовая концентрация этилового эфира уксусной кислоты (этилацетата), мг/л (АА) мг/л	1,20–2,60 0,48–1,05	8,7–13,0 3,5–5,0	17,5–25,0 7,0–10,0	175,0–225,0 70,0–90,0	225,0–275,0 90,0–110,0	400,0–600,0 160,0–240,0	4000,0–6000,0 1600,0–2400,0
Массовая концентрация и объемная доля метилового спирта (метанола), мг/л (АА) мг/л % (АА) %	5,00–15,00 2,00–6,00 0,0006–0,00190 0,00025–0,00075	25,0–35,0 10,0–14,0 0,0032–0,0044 0,0013–0,0018	50,0–90,0 20,0–36,0 0,0063–0,0114 0,0025–0,0045	190,0–250,0 76,0–100,0 0,0240–0,0320 0,0100–0,0130	250,0–290,0 100,0–116,0 0,0320–0,0370 0,0130–0,0150	400,0–600,0 160,0–240,0 0,0500–0,0750 0,0200–0,0300	4000,0–6000,0 1600,0–2400,0 0,500–0,750 0,200–0,300
Массовая концентрация изопропилового спирта (2-пропанола), мг/л (АА) мг/л	1,20–2,60 0,48–1,05	8,7–13,0 3,5–5,0	17,5–25,0 7,0–10,0	175,0–225,0 70,0–90,0	225,0–275,0 90,0–110,0	400,0–600,0 160,0–240,0	4000,0–6000,0 1600,0–2400,0
Массовая концентрация пропилового спирта (1-пропанола), мг/л (АА) мг/л	1,20–2,60 0,48–1,05	8,7–13,0 3,5–5,0	17,5–25,0 7,0–10,0	175,0–225,0 70,0–90,0	225,0–275,0 90,0–110,0	400,0–600,0 160,0–240,0	4000,0–6000,0 1600,0–2400,0

Аттестуемая характеристика СО, обозначение единицы измерений	Интервалы допускаемых аттестованных значений			РВЭ-D	РВЭ-C	РВЭ-B	РВЭ-A
	РВЭ-3	РВЭ-2	РВЭ-1				
Массовая концентрация изобутило- вого спирта (2-метил-1-пропанола), мг/л (АА)	1,20–2,60	8,7–13,0	17,5–25,0	175,0–225,0	225,0–275,0	400,0–600,0	400,0–600,0
	0,48–1,05	3,5–5,0	7,0–10,0	70,0–90,0	90,0–110,0	160,0–240,0	160,0–240,0
Массовая концентрация бутилового спирта (1-бутанола), мг/л (АА)	1,20–2,60	8,7–13,0	17,5–25,0	175,0–225,0	225,0–275,0	400,0–600,0	400,0–600,0
	0,48–1,05	3,5–5,0	7,0–10,0	70,0–90,0	90,0–110,0	160,0–240,0	160,0–240,0
Массовая концентрация изоамилового спирта (3-метил-1-бутанола), мг/л (АА)	1,20–2,60	8,7–13,0	17,5–25,0	175,0–225,0	225,0–275,0	400,0–600,0	400,0–600,0
	0,48–1,05	3,5–5,0	7,0–10,0	70,0–90,0	90,0–110,0	160,0–240,0	160,0–240,0

Примечание. Граница интервала относительной погрешности аттестованных значений стандартных образцов при доверительной вероятности $P = 0,95$ не превышает 4,5 % для образцов РВЭ-3 и 3,0 % для остальных образцов.

В соответствии с требованиями ГОСТ ISO Guide 35 [14], ГОСТ 8.315 [10] и рекомендациями МИ 1952 [15] для СО «РВЭ» исследовалась стабильность СО в течение 6 месяцев. Эксперимент подтвердил, что изготовленные СО «РВЭ» стабильны в пределах приписанной неопределенности в течение всего периода исследований. За время испытаний (6 мес.) значение погрешности нестабильности не вышло за 2/3 границ допустимой абсолютной погрешности (расширенной неопределенности).

Компонентный состав и нормированные метрологические характеристики СО приведены в таблице.

Выводы. Анализ находящихся в открытом доступе источников информации о методах анализа и стандартных образцах, применяемых для анализа алкогольной и спиртосодержащей продукции, показал, что в настоящее время стандартные образцы, которые удовлетворяли бы требованиям нормативной документации для оценки качества алкогольной продукции, в Республике Беларусь отсутствуют. Научное обоснование метрологических характеристик ГСО № 8404-2003 [6] и ГСО № 8405-2003 [7] отсутствует. Сотрудниками НИИ ЯП БГУ, БГУ и БГТУ предложен алгоритм производства стандартных образцов «РВЭ» с научнообоснованными метрологическими характеристиками.

Список использованных источников

1. Водка и спирт этиловый из пищевого сырья. Газохроматографический экспресс-метод определения содержания токсичных микропримесей : СТБ ГОСТ Р 51698-2001. – Введ. 01.11.2002. – Минск : Госстандарт: Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2006. – 21 с.
2. Водка и спирт этиловый. Газохроматографический метод определения содержания токсичных микропримесей : ГОСТ 30536-2013. – Введ. 01.07.2014. – М. : Стандартинформ, 2014. – 16 с.
3. Коньяки, дистилляты коньячные, бренди. Определение содержания альдегидов, эфиров и спиртов методом газовой хроматографии : ГОСТ 33408-2015. – Введ. 01.08.2016. – М. : Стандартинформ, 2016. – 20 с.
4. Напитки спиртные. Газохроматографический метод определения объемной доли метилового спирта : ГОСТ 33833-2016. – Введ. 01.01.2018. – М. : Стандартинформ, 2016. – 16 с.
5. Продукция винодельческая и сырье для ее производства. Газохроматографический метод определения массовой концентрации летучих компонентов : ГОСТ 33834-2016. – Введ. 01.04.2018. – М. : Стандартинформ, 2016. – 16 с.
6. Описание типа стандартного образца ГСО 8404-2003 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://media.belgim.by/gso/793.pdf>. – Дата доступа: 28.04.2021.
7. Описание типа стандартного образца ГСО 8405-2003 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://media.belgim.by/gso/792.pdf>. – Дата доступа: 28.04.2021.
8. Растворы водно-спиртовые. Методы определения концентрации этилового спирта : ГОСТ 3639-79. – Введ. 01.01.1982. – М. : Издательство стандартов, 1994. – 16 с.
9. Способ определения газохроматографическим методом концентрации летучих примесей в этанолсодержащей жидкости : пат. ЕА № 036994 / С. В. Черепица, С. Н. Сытова, В. В. Егоров, С. С. Ветохин, Н. И. Заяц, А. Л. Корбан, Л. Н. Соболенко ; дата публ.: 22.01.2021.
10. Государственная система обеспечения единства измерений. Стандартные образцы состава и свойств веществ и материалов. Основные положения : ГОСТ 8.315-2019. – Введ. 01.03.2021. – М. : Стандартинформ, 2019. – 40 с.

11. Руководство ЕВРАХИМ/СИТАК. Количественное описание неопределенности в аналитических измерениях / пер. Р. Л. Кадиса, Г. Р. Нежиховского, В. Б. Симины ; под ред. Л. А. Конопелько. – СПб. : ГП ВНИИМ им. Д. И. Менделеева, 2002. – 149 с.

12. Технический отчет № 1/2007. Пересмотр неопределенности измерения: альтернативные подходы по оцениванию неопределенности (на англ. языке). – EUROLAB, 2007. – 62 с. (www.eurolab.org).

13. Руководство по выражению неопределенности измерения / пер. с англ.; под науч. ред. В. А. Слава. – СПб. : ГП ВНИИМ им. Д. И. Менделеева, 1999. – 134 с.

14. Стандартные образцы. Общие и статистические принципы сертификации (аттестации) : ГОСТ ISO Guide 35–2015. – Введ. 01.06.2017. – М. : Стандартиформ, 2017. – 40 с.

15. Стабильность стандартных образцов состава веществ и материалов. Методика оценки МИ 1952-88. – Введ. 27.10.1988. – Екатеринбург, 1996. – 22 с.