

С. В. Черепица,
С. М. Бычков,
А. Н. Коваленко,
А. Л. Мазаник,
Н. М. Макоед,
А. С. Неверо,
Н. М. Селёмина

МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА И БЕЗОПАСНОСТИ ВОДКИ И СПИРТА ЭТИЛОВОГО В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ: ПРОБЛЕМЫ И РЕШЕНИЯ

УДК 543.544:543.8

В работе проведен анализ существующей нормативной базы по обеспечению контроля качества и безопасности водки и спирта этилового в Республике Беларусь. Предложен новый методический подход, позволяющий, с одной стороны, существенно повысить уровень достоверности получаемых контролируемых данных, и, с другой стороны, значительно упростить саму процедуру выполнения измерений. Разработанные методическое пособие и алгоритм реализации предложенного методического подхода размещены в интернете для свободного доступа, предложены пути внедрения в повседневную практику аналитических и контрольных лабораторий.

Analysis of the present standard base for safety and quality testing of vodka and ethanol in Belarus has been done. The new methodical approach that allows significantly increase reliability for resulting controlled data and to simplify procedure of measurement is proposed. Developed methodical manual and algorithm of the proposed methodical approach uploaded and accessed freely <http://www.unichrom.com/vodka/ethanol-solutionr.shtml> in the Internet. Ways to introduce method for routine practice of analytical and control laboratories are proposed.

Производство, нелегальная продажа и последующее употребление некачественных водки и спирта этилового, являющегося одним из основных компонентов алкогольной продукции, должно все время находиться под пристальным вниманием государства. Это определяется следующими двумя важными обстоятельствами.

Во-первых, реализация алкогольной продукции облагается специальным налогом, акцизом, и доход от реализации алкогольной продукции определяет одну из основных статей наполнения республиканского бюджета.

Во-вторых, потребление некачественной алкогольной продукции представляет особую опасность для здоровья людей, приводит к преждевременной потере трудоспособности и смерти. Согласно данным министерства здравоохранения и социального развития в Российской Федерации с начала этого века смертность от употребления фальсифицированной водки находится на уровне 35-37 тысяч человек в год /1,2/. Вероятно, такая же тенденция имеет место и в Республике Беларусь.

Показатели безопасности и качества водки и спирта этилового из пищевого сырья в Республике Беларусь регламентируются государственными стандартами СТБ 978-2003 «Водки. Общие технические условия» /3/ и СТБ 1334-2003 «Спирт этиловый ректифицированный из пищевого сырья. Технические условия» /4/. Разработчиком данных стандартов являлся РУП «БелНИИ пищевых продуктов».

Концентрации исследуемых токсичных микропримесей: уксусного альдегида (ацетальдегид), метилового эфира уксусной кислоты (метилцетата), этилового эфира уксусной кислоты (этилцетата), изопропилового спирта (2-пропанола), пропилового спирта (1-пропанола), изобутилового спирта (2-метил-1-пропанола), бутилового спирта (1-бутанола), изоамилового спирта (3-метил-1-бутанола) нормируются в мг на 1 литр безводного этилового спирта.

Концентрация метилового спирта (метанола), в качестве исключения, нормируется не в мг, а в объемных процентах на 1 литр безводного этилового спирта.

Методика выполнения измерений количественного содержания токсичных микропримесей регламентируется стандартом СТБ ГОСТ Р 51698-2001 «Водка и спирт этиловый. Газохроматографический экспресс-метод определения содержания токсичных микропримесей» /5/. Разработан Техническим комитетом по стандартизации Российской Федерации ТК 175 «Спиртовая и ликероводочная продукция», Всероссийский научно-исследовательский институт пищевой биотехнологии (ВНИИПБТ).

В соответствии с СТБ ГОСТ Р 51698-2001 газохроматографическое определение содержания токсичных микропримесей выполняется по абсолютной градуировке. Метод абсолютной градуировки обладает рядом недостатков.

Во-первых, необходимо выполнять градуировку по нескольким градуировочным смесям. В соответствии с СТБ ГОСТ Р 51698, лаборатории вынуждены производить закупки стандартные образцы растворов токсичных микропримесей в этиловом спирте ГСО 8404-2003 и в водно-спиртовой смеси ГСО 8405-2003.

Во-вторых, сходимость, воспроизводимость и погрешность результатов измерений сильно зависят от нестабильности работы хроматографа, объема вводимой пробы, нестабильности химического состава ГСО при хранении после первоначального вскрытия ампул.

В-третьих, построение градуировочных таблиц по нескольким ГСО требует значительных затрат. На выполнение как минимум 12 измерений требуется практически одна рабочая смена, а градуировку необходимо проводить не реже одного раза в две недели.

Необходимо также обратить внимание на следующие недостатки действующего государственного стандарта Республики Беларусь СТБ ГОСТ Р 51698 /5/.

1. Отсутствует какое-либо упоминание процедуры контроля правильности результатов измерений.

2. Отсутствует какая-либо возможность использовать кроме градуировочных водно-этанольных смесей ГСО № 8404-2003 и ГСО № 8405-2003 производства ВНИИПБТ (г.Москва) самостоятельно приготовленные градуировочные смеси или применять сертифицированные градуировочные смеси других признанных производителей, например, LGC (UK).

3. В указанных в обязательном порядке к применению градуировочных водно-спиртовых смесях производства ВНИИПБТ (г.Москва) значения минимальных массовых концентраций определяемых компонентов более чем в 3 раза превосходят заявленные значения нижних границ диапазонов измеряемых массовых концентраций определяемых компонентов и максимальные массовые концентрации определяемых компонентов более чем в 30 раз меньше заявленных верхних границ диапазонов измеряемых массовых концентраций определяемых компонентов. Более того, для метанола, являющегося одним из самых токсичных определяемых компонентов, значение минимальной массовой концентрации в градуировочной смеси (см. рис. 2) более чем в 80 раз превышает значение нижней границы диапазона измеряемых массовых концентраций (см. таблицу 1 СТБ ГОСТ Р 51698).

4. В указанных в обязательном порядке к применению градуировочных водно-спиртовых смесях производства ВНИИПБТ (г.Москва) отсутствуют значения концентраций этилового спирта, что в принципе не позволяет достоверно выполнить из-

мерения количественного содержания токсичных микропримесей в анализируемых образцах алкогольной продукции.

5. Отсутствуют какие-либо требования на вид градуировочных характеристик и какие-либо пояснения на процедуру построения градуировочных характеристик.

Как следствие, использование СТБ ГОСТ Р 51698 вследствие наличия в нем многочисленных нарушений метрологического законодательства Республики Беларусь не позволяет получать в аккредитованных испытательных лабораториях достоверные данные о количественном содержании токсичных микропримесей в водке и спирте этиловом.

В соответствии с нормативными документами ЕС /6/ газохроматографическое определение содержания токсичных микропримесей в алкогольных напитках (spirits drinks) выполняется с применением метода внутреннего стандарта (ВС). В качестве добавки ВС предлагается использовать pentan-3-ol. Для определения количественного содержания примесей в пересчете на безводный спирт требуется еще провести измерения процентного содержания этилового спирта в испытуемой пробе в соответствии с ГОСТ 5363-93 «Водка. Правила приемки и методы анализа» /7/ и ГОСТ 5964-93 «Спирт этиловый. Правила приемки и методы анализа» /8/.

В первоначальной версии СТБ ГОСТ Р 51698-2001 для проведения градуировки газовых хроматографов и периодического контроля погрешности методики выполнения измерений в стандарте была прописана процедура приготовления градуировочных смесей (см. п.п.4.3.4. стандарта СТБ ГОСТ Р 51698-2001). Приготовление градуировочных смесей является устоявшейся процедурой в мировой практике работы аккредитованных испытательных лабораторий при анализе компонентного состава смесей, имеющих в своем составе лабильные компоненты. В данном случае речь идет, в частности, о таком летучем соединении как уксусный альдегид (ацетальдегид). Температура кипения последнего составляет всего 20 °С. Естественно, говорить о стабильности массовой концентрации ацетальдегида в ампулах с малыми объемами смеси, менее 20 мл, после нескольких вскрытий в лаборатории с температурой окружающей среды в диапазоне от 20 °С до 22 °С не представляется возможным.

Тем не менее 28.12.2006 года в действующий государственный стандарт Республики Беларусь СТБ ГОСТ Р 51698-2001 было введено в действие изменение 1. Согласно п. 4.2. изм. № 1 к СТБ ГОСТ Р 51698-2001 в качестве стандартных образцов при проведении градуировки газовых хроматографов, при периодическом контроле

погрешности методики выполнения измерений содержания токсичных микропримесей в водке и спирте этиловом прописано использование только импортных ГСО 8404-2003 и ГСО 8405-2003 состава растворов токсичных микропримесей в водно-спиртовой смеси, которые производятся только в Российской Федерации. Непосредственно в самих паспортах на ГСО 8404-2001 и ГСО 8405-2001 в п. 8. «Условия транспортировки и хранения» однозначно указано, что «ГСО следует хранить в холодильнике при температуре от 4 °С до 10 °С».

Частные организации, занимающиеся перепродажей данных импортных ГСО лабораториям Республики Беларусь, не выполняют такие условия транспортировки и хранения. Как следствие, гарантии на стабильность аттестованных значений ГСО 8404-2001 и ГСО 8405-2001 при импорте в Республику Беларусь отсутствуют. Тем самым, отсутствует законная достоверность градуировки приборов и, что самое важное, отсутствует достоверность получаемых данных по контролю качества и безопасности водок и спирта этилового.

Стоимость одного набора ГСО комплекта РВ или РС составляет 425,0 тысяч рублей РБ. Следует отметить, что наборы данных ГСО состоят из трех флаконов емкостью 15,0 мл каждый, которые закрыты пластиковой пробкой и герметично залиты парафином. После отбора пробы флакон с раствором ГСО должен быть немедленно закрыт пробкой и герметично залит парафином. Даже при незначительном нарушении герметичности концентрация легко летучих токсичных микропримесей резко снижается. При правильном использовании максимальный срок хранения ГСО после нарушения первоначальной упаковки не более 6 месяцев. Контролем безопасности водки и спирта этилового в Республике Беларусь занимаются лаборатории ЦСМС Госстандарта РБ, спиртзаводов и ликеро-водочных заводов, контрольные лаборатории системы ЦСГЭиОЗ Министерства здравоохранения РБ и другие пищевые лаборатории. Всего насчитывается более 250 аккредитованных испытательных лабораторий, в области аккредитации которых заявлены испытания водки и спирта этилового по СТБ ГОСТ Р 51698. При условии соблюдения инструкции по применению ГСО комплектов РВ и РС потребности всех аккредитованных испытательных лабораторий, занимающихся контролем безопасности водок и спирта этилового в РБ, в данных ГСО составляют 500-600 наборов ГСО комплекта РВ и 500-600 наборов ГСО комплекта РС.

Как следствие, валютные затраты Республики Беларусь на приобретение данных ГСО комплектов РВ и РС каждый год составляют не менее 425 – 510 миллионов рублей.

Важно обратить внимание также и на тот факт, что в паспортах на импортные ГСО 8404 и ГСО 8405 количественное содержание токсичных микропримесей не указаны в пересчете на безводный этиловый спирт. Более того, в паспортах импортных ГСО не указаны концентрации этилового спирта в растворах. Определить процентное содержание этилового спирта (крепости) в импортных ГСО объемом не более 20 мл непосредственно в испытательной лаборатории самостоятельно не представляется возможным, так как в соответствии с ГОСТ 5363-93 «Водка. Правила приемки и методы анализа» /5/ для определения крепости необходимо как минимум 0,5 литра испытуемого образца. Данное обстоятельство принципиально не позволяет корректно выполнять по данным ГСО градуировку приборов и подтвердить достоверность получаемых данных по контролю качества и безопасности водок и спирта этилового.

Разработчиком ГОСТ Р 51698 является ВНИИ пищевой биотехнологии, г.Москва. Он же является инициатором введения изменения 1 к данному ГОСТ Р 51698. После введения данного изменения 1 в ГОСТ Р 51698 и соответствующего дословного внесения изменения 1 в СТБ ГОСТ Р 51698 аккредитованные испытательные лаборатории в Республике Беларусь вынуждены покупать градуировочные наборы исключительно импортные из Российской Федерации.

Обратим внимание, что в соседней Украине уже проведена аналогичная работа и налажено производство своих градуировочных смесей (Свидетельства о государственной метрологической аттестации № 12-01/23714 от 21.1.2006г. и № 12-01/23715 от 21.12.2009г).

Украинские метрологи обратили внимание на предложения лаборатории Института ядерных проблем Белгосуниверситета /9-12/ и в своих градуировочных смесях концентрации токсичных микропримесей уже приводятся не в мг на 1 литр раствора, а в мг на 1 литр безводного этилового спирта. Были разработаны и утверждены свои национальные стандарты Украины ДСТУ 4222 «Водки и спирт этиловый. Газохроматографический метод определения содержания микрокомпонентов в водноспиртовых растворах» /13/ и ДСТУ 4646 «Спирт этиловый, водки, ликеро-водочные изделия. Газохроматографический метод определения подлинности» /14/, в которых прописана возможность проводить измерения по методу внутреннего стандарта и отсутствуют обязательные требования на применение исключительно импортных градуировочных смесей. Это позволило аккредитованным испытательным лабораториям Украины отказаться от импортных закупок.

С целью упрощения процедуры поведения расчетов и повышения метрологических характеристик предложен и реализован методический подход, заключающийся в использовании этилового спирта в качестве внутреннего стандарта, что существенно упрощает процедуру измерений и увеличивает достоверность получаемых данных. Данный методический подход обладает мировой новизной /15/.

Необходимо обратить внимание на тот факт, что использование этанола в качестве ВС естественным образом вытекает из требований нормативной документации на контроль качества алкогольной продукции. В правилах приемки на водку по ГОСТ 5363-93 /7/ и на спирт этиловый по ГОСТ 5964-93 /8/, а также в нормативных документах ЕС /6/, содержание токсичных микропримесей нормируется непосредственно в пересчете на безводный спирт. Заметим, так как вода не регистрируется пламенно-ионизационным детектором, то на измеренной хроматограмме испытуемого образца отношения площадей под пиками определяемых компонентов к площади под пиком этанола пропорциональны количественному содержанию зарегистрированных микропримесей относительно этанола. Дополнительные измерения, связанных с необходимостью определения процентного объемного содержания этилового спирта в исследуемом образце, как того требует п.4.5.2. СТБ ГОСТ Р 51698, в данном случае уже не требуется.

На рис. 1а и рис. 1б представлена экспериментально измеренная хроматограмма ГСО 8405-2003 государственного стандартного образца состава раствора токсичных микропримесей в водно-спиртовой смеси (комплект РВ, образец РВ-1). Метрологические характеристики измеренного образца представлены на рис. 2.

Здесь важно обратить внимание производителей стандартных образцов ГСО 8405-2003 и ГСО 8404-2003 на то, что в паспорте указанных ГСО наряду с концентрацией токсичных микропримесей в единицах мг на 1 литр водно-спиртового раствора стоит также приводить значения концентраций токсичных микропримесей в единицах мг на 1 литр безводного спирта. Так стали поступать, например, в Украине при производстве градуировочных водно-этанольных растворов (ГВЭР) для газохроматографических исследований алкогольных напитков по ДСТУ 4222 /13/ и по ДСТУ 4646 /14/.

Градуировка хроматографа

Используемый в газовом хроматографе пламенно-ионизационный детектор (ПИД) имеет различающиеся коэффициенты чувствительности к разным компонентам исследуемого образца. Градуировка хроматографа состоит в нахождении относительных коэффициентов чувствительности детектора к каждому из исследуемых компонентов токсичных микропримесей относительно компонента этилового спирта.

Градуировку хроматографа выполняют по аттестованным градуировочным смесям. Записывают хроматограммы анализа каждой градуировочной смеси. Регистрируют время удерживания и площади пиков определяемых веществ. Измерения выполняют не менее двух раз. Градуировочную характеристику получают, обрабатывая полученные экспериментальные данные методом наименьших квадратов.

Численные значения относительных коэффициентов отклика детектора получают из хроматографических данных ГСО (аттестованных смесей) с известными концентрациями этанола и исследуемых примесей:

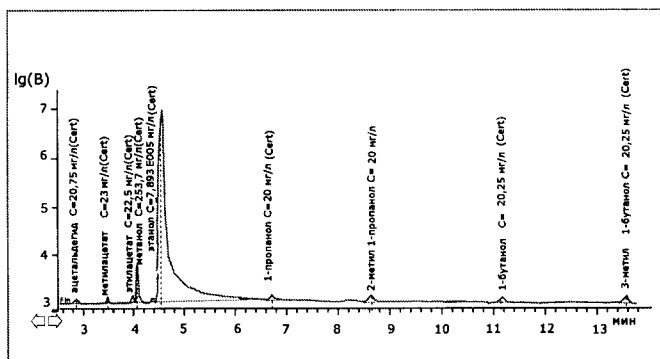


Рис. 1а. Хроматограмма образца РВ-1 из комплекта ГСО 8405-2003. Для представления всех зарегистрированных пиков исследуемых токсичных микропримесей и пика этанола масштаб по вертикальной оси выбран логарифмическим

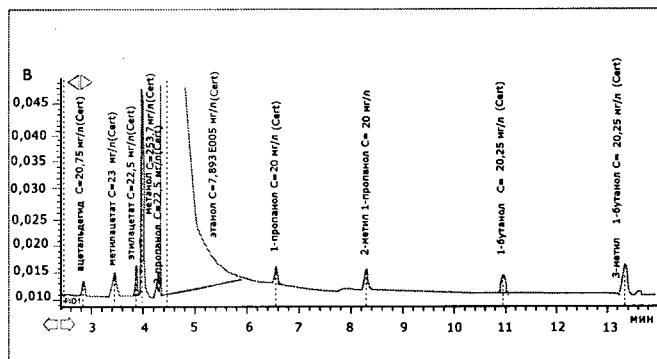


Рис. 1б. Хроматограмма та же, что и на рис.1а, но представлена в линейном масштабе

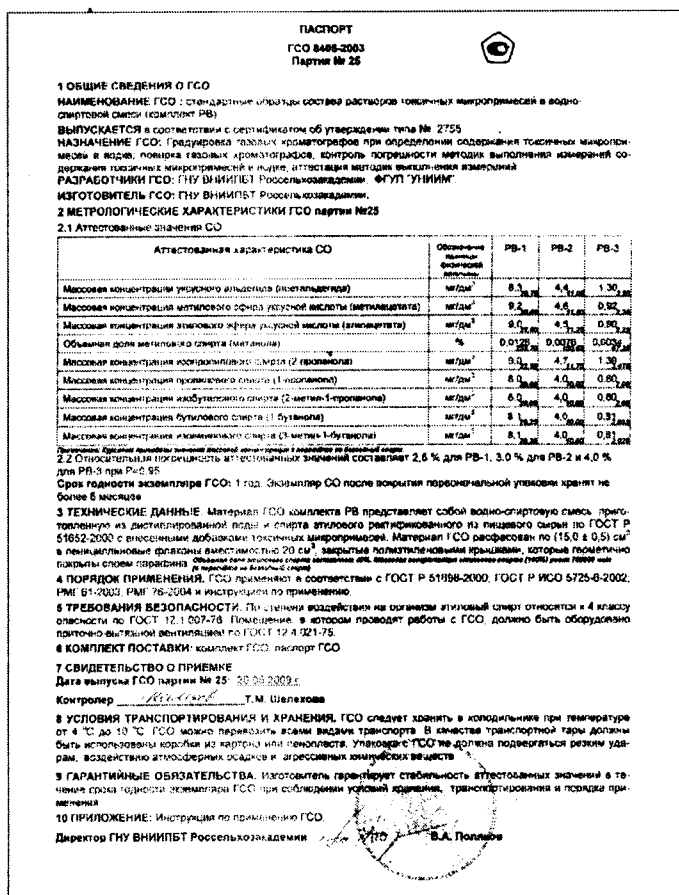


Рис. 2. Типовой паспорт GCO 8405-2003 на стандартные образцы состава растворов токсичных микропримесей в водно-спиртовой смеси (комплект РВ) от ГНУ «ВНИИПБТ», г.Москва. Курсивом представлены концентрации токсичных микропримесей в мг/л в пересчете на безводный спирт в предположении, что объемная концентрация этанола в данных водно-спиртовых растворах составляет 40%. Как того требуют СТБ 978-2003 /3/ и СТБ 1334-2003 /4/

$$K_i = \frac{S_{Et}^{cert} \cdot X_i^{cert}}{S_i^{cert} \cdot \rho_{Et}} \quad (1)$$

где S_i^{cert} и S_{Et}^{cert} – площади пиков i-го компонента и этанола, соответственно, X_i^{cert} – концентрация i-го компонента, плотность этанола, мг/л, в пересчете на 1 литр безводного спирта, при нормальных условиях $\rho_{Et} = 789300$ мг/л.

Концентрация C_i [мг/л], в пересчете на безводный спирт, i-го компонента в пробе описывается следующим выражением:

$$C_i = \frac{K_i \cdot S_i \cdot \rho_{Et}}{S_{Et}} \quad (2)$$

где S_i и S_{Et} – площади пиков i-го компонента и этанола, соответственно, K_i – относительный коэффициент отклика детектора для i-го компонента.

Полученные экспериментальные значения относительных коэффициентов чувствительности представлены на рис. 3.

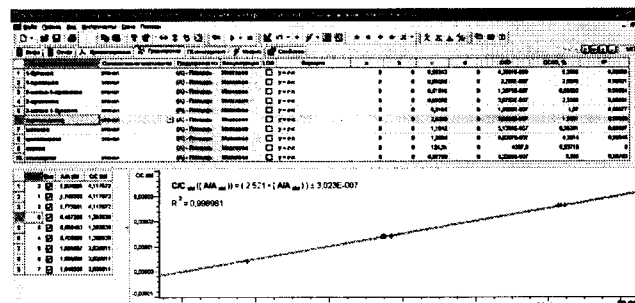


Рис. 3. Пример полученных градуировочных характеристик с использованием основного компонента (этанола) в качестве внутреннего стандарта. Всего при построении градуировочных зависимостей было использовано 9 экспериментально измеренных хроматограмм

Анализ образца
В испаритель (инжектор) микрошприцем вместимостью 10 мм³, 5 мм³ или 1 мм³ вводят 1 мм³ испытуемого образца и выполняют хроматографическое разделение смеси. Регистрируют пики

в области времени удерживания, соответствующего каждому веществу градуировочной смеси. Образец анализируют два раза в условиях повторяемости в соответствии с требованиями СТБ ИСО 5725-1-2002 «Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений. Часть 1. Общие принципы и определения» /16/. За результат измерений принимают среднеарифметическое значение двух параллельных определений массовой концентрации i -го вещества, полученных в условиях повторяемости, если выполняется условие приемлемости по формуле

$$\frac{2 \cdot |c_{i1} - c_{i2}| \cdot 100}{(c_{i1} + c_{i2})} \leq r_i, \quad (3)$$

где c_{i1} , c_{i2} – результаты параллельных определений массовой концентрации i -го вещества в анализируемой пробе, мг/л, 100 – множитель для пересчета в процентах; r_i – предел повторяемости для i -го вещества.

Если условие приемлемости по формуле (3) не выполняется, выясняют причины превышения предела повторяемости, устраняют их и повторяют выполнение измерений

Для перевода концентрации метилового спирта в единицы объемных процентов на литр безводного этилового спирта необходимо полученное значение концентрации метилового спирта, выраженное в мг/л, разделить на величину объемной плотности метилового спирта в соответствии со следующим выражением

$$X_{Me}[\%] = C_{Me} [\text{мг/л}] / \rho_{Me} [\text{мг/л}] * 100 \%, \quad (4)$$

где величина объемной плотности метилового спирта при нормальных условиях ρ_{Me} равна 792800 мг/л.

Результаты выполненных испытаний исследуемой пробы и контроля погрешности представлены на рис. 4 и рис. 5, соответственно.

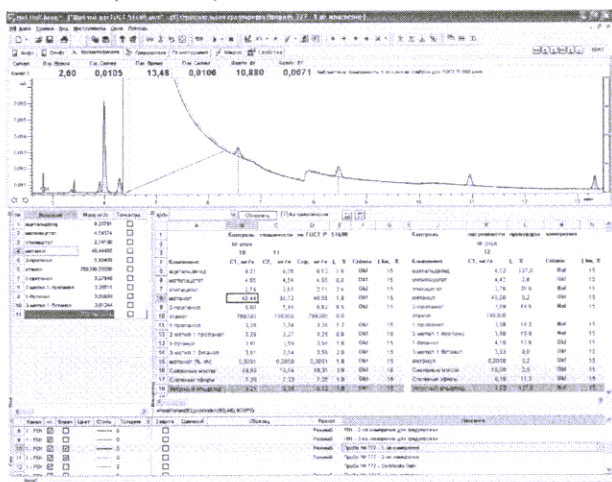


Рис. 4. Пример полученных градуировочных характеристик с использованием основного

компонента (этанола) в качестве внутреннего стандарта. В закладке Калькулятор (табличный процессор) в столбце E отображаются полученные значения сходимости по двум измерениям в столбцах B и C. В столбце F отображается значение критерия полученной сходимости. В столбцах K, L и M представлены результаты контроля погрешности выполненных измерений

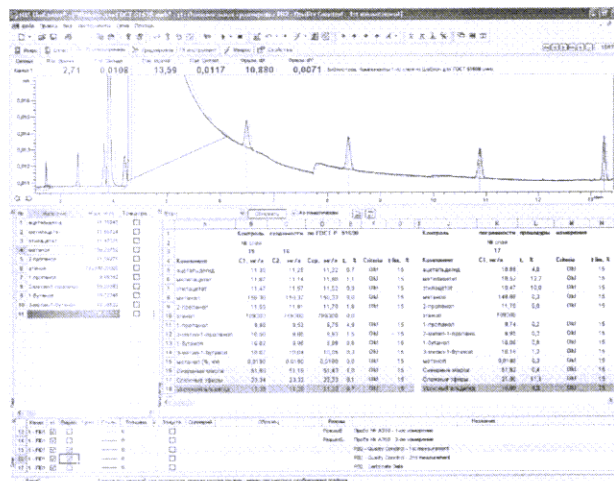


Рис. 5. В соответствии с п.п. 4.7.4. СТБ ГОСТ Р 51698 в качестве образца для контроля погрешности использовали аттестованную смесь РВ-2 из набора ГСО 8405-2003

Заключение

С целью ознакомления широкой научной общественности с предлагаемыми новыми методическими разработками и созданию условий для оперативного внедрения в повседневную практику испытательных лабораторий был разработан пакет программного обеспечения, позволяющий унифицировать работу с различным аналитическим оборудованием и размещен в интернете <http://www.unichrom.com/vodka/ethanol-solutionr.shtml> для свободного доступа. Данный пакет позволяет работать исследователям с различными аналитическими приборами в едином стиле: задавать методические режимы работы прибора, обеспечивать построение абсолютной по СТБ ГОСТ Р 51698 и относительной градуировки (относительно этанола), создавать сценарии обработки измеренных хроматограмм, выполнять оперативный контроль качества измерений непосредственно в рабочей программе, в ней же создавать итоговые отчеты установленной формы в соответствии с руководством по качеству конкретной испытательной лаборатории. Предложенные шаблоны позволяют осуществить принцип, когда результаты работы 1 оператора за 1 смену хранятся в 1 файле. Эти файлы могут переноситься с одного прибора на другой простым копированием, как это делается, например, с документами в формате MS Word. После этого исследователи могут беспрепятс-

твенно сравнивать и анализировать как непосредственно измеренные экспериментальные данные, так и результаты обработки, выполненные на разных аналитических приборах в разных лабораториях /15/.

Полученные результаты могут быть использованы аккредитованными лабораториями, выполняющие испытания по безопасности и контролю качества алкогольной продукции. Контролем качества и безопасности водки и спирта этилового занимаются лаборатории центров сертификации, метрологии и сертификации, контрольные лаборатории спиртзаводов и ликеро-водочных заводов, лаборатории ЦСГЭиОЗ минздрава, а также испытательные лаборатории по контролю качества пищевой продукции.

В июне 2010 года на основе анализа выполненной серии экспериментальных исследований была выполнена оценка метрологических параметров предложенного нового методического подхода и разработан проект МВИ передан в РУП «БелГИМ» на согласование.

Коллектив лаборатории аналитических исследований Института ядерных проблем Белгосуниверситета готов оказывать безотлагательную методическую помощь в освоении нового подхода и обращает внимание на то, что каких-либо дополнительных внештатных относительно плановых измерений не потребуются. Освоение нового методического подхода будет проводиться на имеющемся штатном оборудовании, просто одни и те же выполненные измерения будут обрабатываться/обсчитываться двумя независимыми подходами: традиционным методом по СТБ ГОСТ Р 51698 и по новому методическому подходу с использованием этанола в качестве внутреннего стандарта.

Авторы выражают искреннюю признательность всем многочисленным участникам дискуссий за их критические замечания, за предоставленные для обсуждения экспериментальные материалы и поддержку развития данного методического подхода.

Список использованной литературы

1. Панова А.С. Юридические аспекты ответственности контрафакт и фальсификацию продукции, работ и услуг // Методы оценки соответствия. – 2008. - №4.
2. Мехузла Н.А. О проблеме контроля качества вина в Российской Федерации // Методы оценки соответствия. – 2008. - №4.
3. СТБ 978-2003 «Водки. Общие технические условия».
4. СТБ 1334-2003 «Спирт этиловый ректифицированный из пищевого сырья. Технические условия».
5. СТБ Р ГОСТ 51698 «Водка и спирт этиловый. Газохроматографический экспресс-метод определения содержания токсичных микропримесей».

6. Commission Regulation EC 2870-2000. Determination of Volatile Substances and Methanol of Spirit Drinks. No 1576/89.
7. ГОСТ 5363-93 «Водка. Правила приемки и методы анализа».
8. ГОСТ 5964-93 «Спирт этиловый. Правила приемки и методы анализа».
9. Черепица С.В., Бычков С.М., Коваленко А.Н., Мазаник А.Л., Селемина Н.М. Использование этанола в качестве внутреннего стандарта при хроматографическом количественном определении примесей в водке и этиловом спирте // Тезисы докладов конференции «Идентификация качества и безопасность алкогольной продукции», 26-29 сентября 2001 г., г. Пущино, С.110-114.
10. Charapitsa S., Bychkov S., Kavalenka A., Mazanik A., Sholomitskii K., Selemina N. Main Component (Solvent) as Internal Standard for Chromatographic Quantitative Analysis of Impurities // Abstracts of Pittsburgh Conference on Analytical Chemistry and Applied Spectroscopy, March 9-14, Orlando, Florida, №1480P, P.526-527, 2003.
11. Черепица С.В., Бычков С.М., Коваленко А.Н., Мазаник А.Л., Селемина Н.М., Серединская О.Б. Использование основного компонента (растворителя) в качестве внутреннего стандарта при хроматографическом определении примесей // Журнал аналитической химии, № 4, Т.58, 2003, С.416-420.
12. Черепица С.В. Использование этанола в качестве внутреннего стандарта при газохроматографическом количественном определении содержания токсичных микропримесей в водке и спирте этиловом. От идеи до внедрения в повседневную практику // Методы оценки соответствия, 2009, №3, С. 36-40. Полная версия статьи опубликована на сайте журнала здесь <http://www.stq.ru/mos/adetail.php?ID=18936>.
13. ДСТУ 4222 «Водки и спирт этиловый. Газохроматографический метод определения содержания микрокомпонентов в водноспиртовых растворах».
14. ДСТУ 4646 «Спирт этиловый, водки, ликеро-водочные изделия. Газохроматографический метод определения подлинности».
15. Черепица С.В., Бычков С.М., Коваленко А.Н., Мазаник А.Л. Патент № 6801 «Газохроматографический способ определения массовых концентраций примесей». Дата начала действия 2001.09.03.
16. СТБ ИСО 5725-1-2002 «Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений. Часть 1. Общие принципы и определения».
17. Баринская Т.О., Горбачева Т.В., Епифанова И.Г., Кислун Ю.В., Колков М.А., Черепица С.В., Чубуков А.М. Унификация работы с различным аналитическим оборудованием при проведе-

нии судебно-химических и химико-токсикологических экспертных исследований // Материалы Российской научно-практической конференции с международным участием «Актуальные вопросы судебно-химических, химико-токсикологических исследований и фармацевтического анализа», 28 сентября – 3 октября 2009 г., г. Пермь, С.17-19.

Сергей Вячеславович Черепица, кандидат физико-математических наук, заведующий лабораторией НИИ ядерных проблем Белгосуниверситета;

Сергей Михайлович Бычков, научный сотрудник НИИ ядерных проблем Белгосуниверситета;

Антон Николаевич Коваленко, научный сотрудник НИИ ядерных проблем Белгосуниверситета;

Аркадий Леонидович Мазаник, старший научный сотрудник НИИ ядерных проблем Белгосуниверситета;

Николай Михайлович Макоед, научный сотрудник НИИ ядерных проблем Белгосуниверситета;

Александр Сергеевич Неверо, главный эксперт, ГЭКЦ МВД Республики Беларусь;

Наталья Михайловна Селёмина, инженер-химик, РУП «Минск-Кристалл»