

УДК 663..551

# Специализированный программный комплекс «C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>ОН-АНАЛИТИК» – инновационный инструмент автоматизации контроля качества и безопасности алкогольной продукции

**Н. В. Шелехова**, канд. экон. наук, **В. А. Поляков**, д-р техн. наук, профессор, акад. РАН, **Л. В. Римарева**, д-р техн. наук, профессор, чл.-корр. РАН  
Всероссийский научно-исследовательский институт пищевой биотехнологии

В настоящее время неотъемлемой составляющей объективного процесса информатизации современного производства является создание инновационных систем автоматизированного мониторинга качества и безопасности алкогольной продукции на основе компьютерных технологий. Одним из способов применения информационных технологий в испытательных лабораториях является разработка специализированных программ к системе обеспечения качества, соответствующих современным требованиям [1, 2, 3].

Сочетание современного аналитического оборудования и методов анализа, информационных технологий, обученного персонала – залог оптимального функционирования лаборатории [4].

В целях контроля качества и безопасности алкогольной продукции с использованием газохроматографических методов анализа в лабораториях ВНИИПБТ разработаны межгосударственные стандарты: ГОСТ 30536–2013 «Водка и спирт этиловый из пищевого сырья. Газохроматографический экспресс-метод

определения содержания токсичных микропримесей», ГОСТ 32039–2013 «Водка и спирт этиловый из пищевого сырья. Газохроматографический метод определения подлинности», ГОСТ 32070–2013 «Водка и спирт этиловый из пищевого сырья. Газохроматографический метод определения содержания летучих кислот и фурфурола» [5, 6, 7]. Внедрение разработанных межгосударственных стандартов на предприятиях отрасли, а также в организациях, осуществляющих контроль качества этилового спирта и водок методом газовой хроматографии, вызвало серьезные трудности, связанные со значительными затратами рабочего времени на обработку результатов измерений и оценку метрологических характеристик, ведения внутреннего лабораторного контроля показателей качества и проведения контроля стабильности результатов измерений с построением контрольных карт Шухарта.

Разработка специализированного программного комплекса на основе нового поколения вычислительной техники и современных операционных систем с целью автоматизации ведения контроля качества и безопасности алкогольной продукции является своевременной задачей.

В целях создания программного комплекса ПК «C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>ОН-АНАЛИТИК» разработана структура теоретических и экспериментальных исследований, проводимых поэтапно при разработке модулей, которая включает в себя двенадцать последовательных этапов. Структура исследований представлена на рис. 1.

Результатом проведенных исследований стало создание специализированного программного комплекса ПК «C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>ОН-АНАЛИТИК» для ведения лабораторного контроля показателей качества и безопасности спиртовой и ликероводочной продукции на основе использования методов газовой хроматографии [8]. Программный комплекс предоставляет собой обширный набор возможностей для обработки результатов измерений, полученных при реализации в лаборатории газохроматографических методов анализа, а также предназначен для обработки результатов измерений показателей качества и безопасности алкогольной продукции, выполнения расчетов в соответствии с ГОСТ 30536–2013, ГОСТ 32039–2013, ГОСТ 32070–2013 и построения контрольных карт Шухарта по ГОСТ Р ИСО 5725–2002 «Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений».

## СТРУКТУРА ТЕОРЕТИЧЕСКИХ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

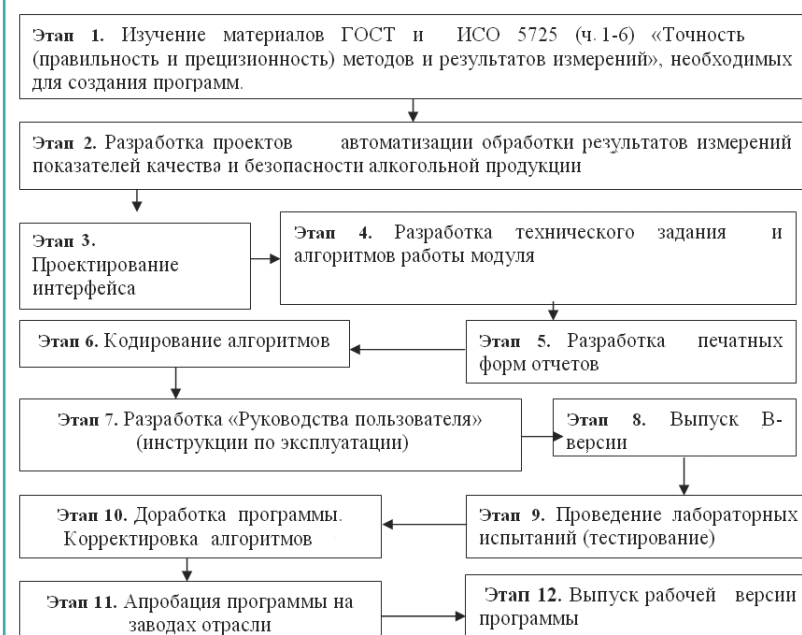


Рис. 1. Структура теоретических и экспериментальных исследований, проводимых поэтапно при разработке модулей

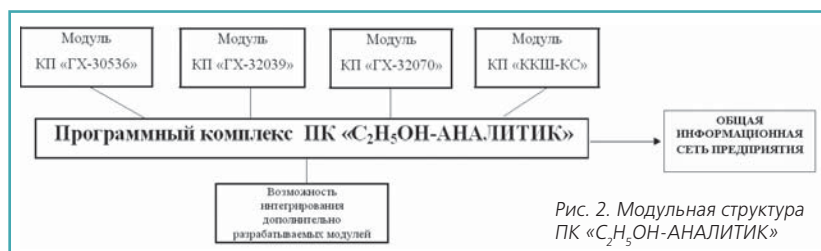


Рис. 2. Модульная структура ПК «С<sub>2</sub>Н<sub>5</sub>ОН-АНАЛИТИК»



Рис. 3. Принципиальная схема функционирования программного комплекса в лаборатории

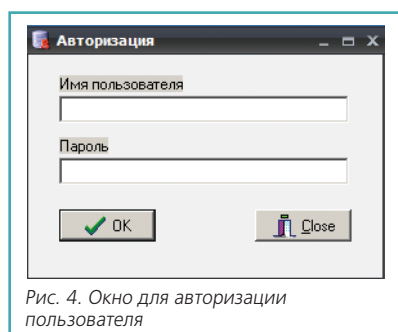


Рис. 4. Окно для авторизации пользователя

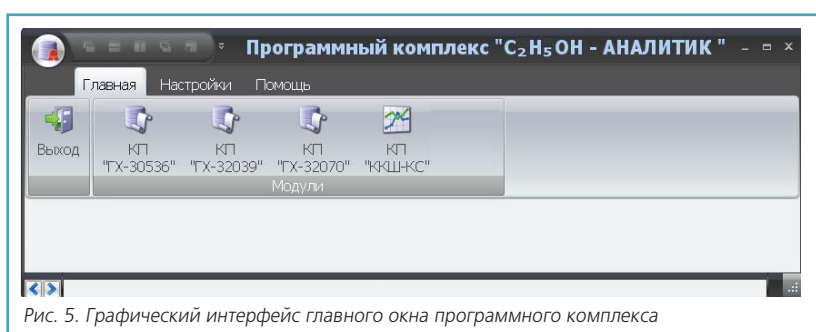


Рис. 5. Графический интерфейс главного окна программного комплекса

При написании программного комплекса были применены принципы модульного программирования. Модули программы тестировали независимо, что минимизировало время, потраченное на отладку. Использование системного подхода при создании всех модулей программного комплекса позволило учесть множество общих факторов и найти пути эффективного воздействия на них. Модульная структура программного комплекса представлена на рис. 2.

Программный комплекс ПК «С<sub>2</sub>Н<sub>5</sub>ОН-АНАЛИТИК» включает в себя четыре модуля:

- модуль КП «ГХ-30536» (компьютерная программа «Газовая хроматография 30536», автоматизирующая расчеты по ГОСТ 30536-2013);
- модуль КП «ГХ-32039» (компьютерная программа «Газовая хроматография 32039», автоматизирующая расчеты по ГОСТ 32039-2013);
- модуль КП «ГХ-32070» (компьютерная программа «Газовая хроматография 32070», автоматизирующая расчеты по ГОСТ 32070-2013);
- модуль КП «ККШ-КС» (компьютерная программа «Контрольные карты Шухарта», автоматизирующая расчеты и построение контрольных карт Шухарта).

Программный комплекс обладает

дружественным интерфейсом, эргономично спроектированными диалоговыми окнами, понятной справочной системой, демонстрирует разумное и предсказуемое поведение программы. Он может быть расширен дополнительно разработанными модулями и интегрирован в информационную сеть предприятия.

В программном комплексе ПК «С<sub>2</sub>Н<sub>5</sub>ОН-АНАЛИТИК» интегрированы механизмы контроля, направленные на предупреждение ввода ошибочных данных и предусмотрены механизмы реализации следующих задач: сбор и хранение информации; проведение расчетов, оформление отчетов [9]. Обработка результатов измерений с помощью программного комплекса не требует глубокого знания компьютера и не вызывает затруднений у его пользователя, что обеспечивает продуктивность работы. Принципиальная схема функционирования программного комплекса в лаборатории представлена на рис. 3.

В программный комплекс ПК «С<sub>2</sub>Н<sub>5</sub>ОН-АНАЛИТИК» интегрирован Мастер установки, который проводит установку программного комплекса на компьютер пользователя. Интерфейс Мастера установки выполнен в виде последовательности диалоговых окон, переход между

которыми осуществляется при помощи экранных кнопок. Диалоговый режим предоставляет пользователю возможность непосредственно взаимодействовать с Мастером установки, который инициирует диалог, сообщая пользователю последовательность действий для получения искомого результата.

В последнее время проявляется повышенный интерес к проблеме информационной безопасности. Одним из приоритетных направлений является защита информации от случайных или преднамеренных воздействий. При написании программного комплекса было уделено внимание защите от несанкционированного доступа. Получить доступ к данным может только авторизованный пользователь, для этого нужно указать

имя пользователя и пароль. Окно для авторизации пользователя представлено на рис. 4.

После запуска программного комплекса на экране монитора появляется главное окно программы, предназначенное для выбора актуального модуля. Графический интерфейс главного окна программного комплекса ПК «С<sub>2</sub>Н<sub>5</sub>ОН-АНАЛИТИК» показан на рис. 5.

Стратегическим шагом, направленным на облегчение освоения пользователем программного комплекса, являлась разработка всех модулей в едином стиле. Модули КП «ГХ-30536», КП «ГХ-32039» и КП «ГХ-32070» имеют родственный пользовательский интерфейс. На рис. 6 представлен графический интерфейс окна редактора модуля КП «ГХ-30536», предназначенного для ввода данных в программу.

Используя модули КП «ГХ-30536», КП «ГХ-32039» и КП «ГХ-32070», пользователь может автоматически провести расчеты, необходимые для оценки выполнения условия приемлемости результатов измерений, полученных в условиях повторяемости и воспроизводимости, а также сформировать печатные формы трех видов отчетов, т.е. получить документальное оформление данных.

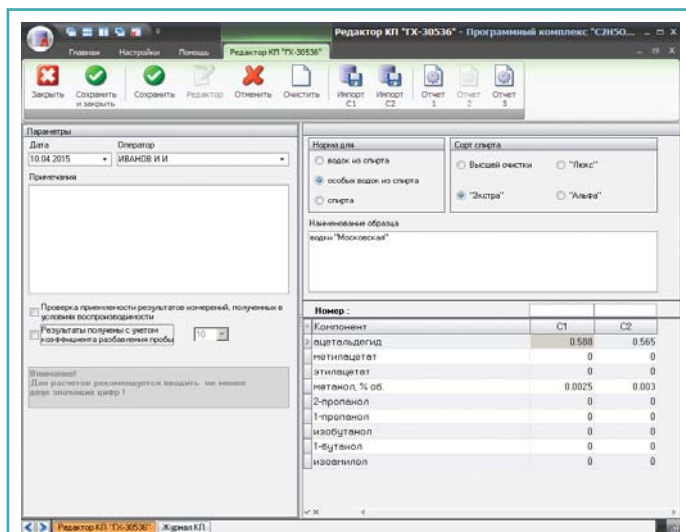


Рис. 6. Графический интерфейс окна редактора модуля КП «ГХ – 30536»

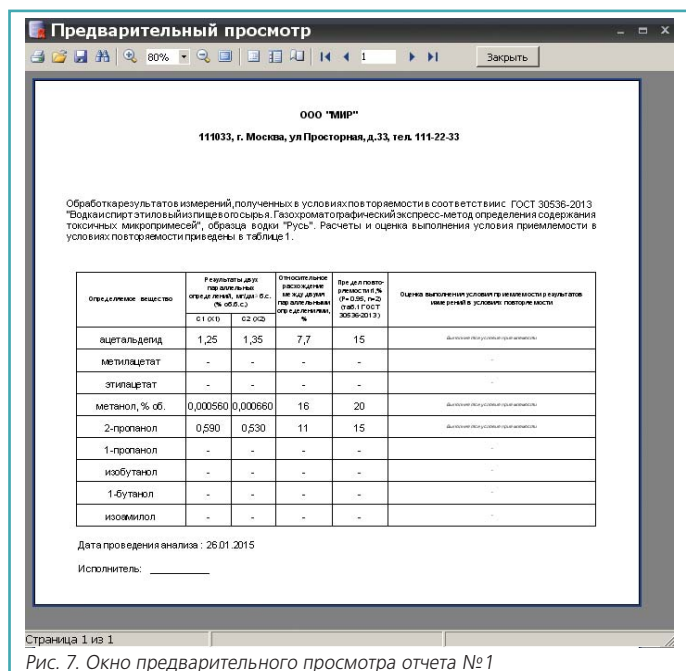


Рис. 7. Окно предварительного просмотра отчета №1

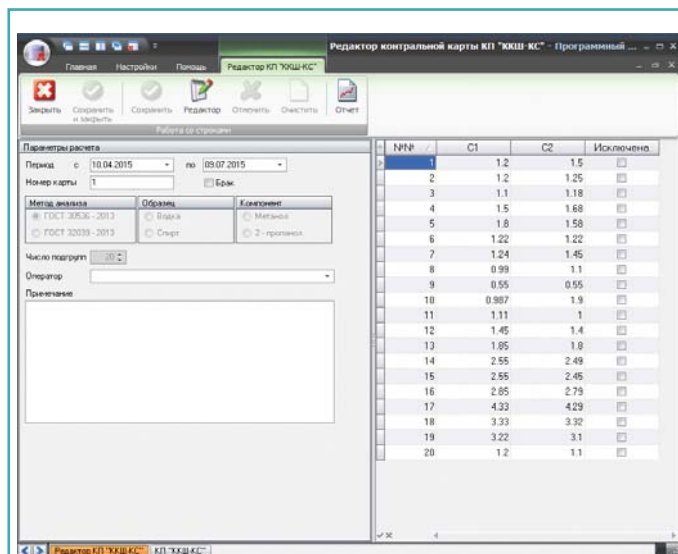


Рис. 8. Графический интерфейс окна редактора контрольной карты

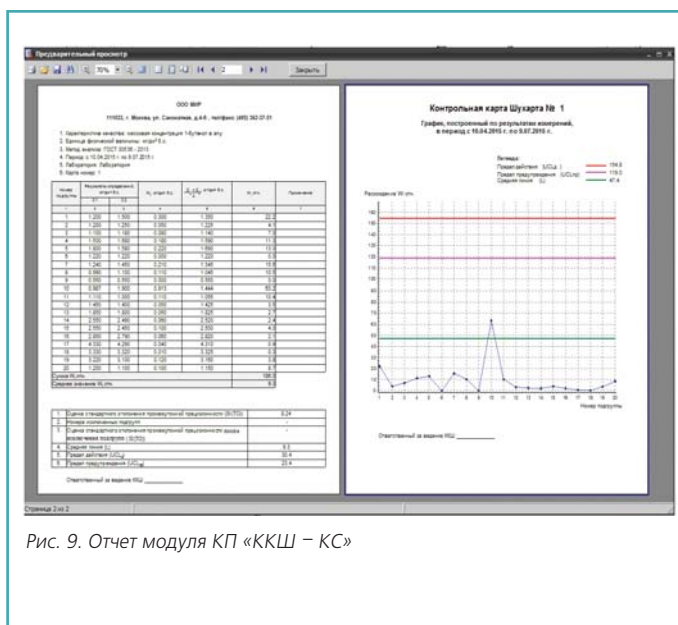


Рис. 9. Отчет модуля КП «ККШ – КС»

В отчете №1 предусмотрены графы для представления результатов двух параллельных определений; относительного расхождения между двумя параллельными определениями; значения предела повторяемости, оценка выполнения условия приемлемости. Окно предварительного просмотра Отчета №1 представлено на рис. 7.

В отчете №2 предусмотрены графы для представления среднеарифметического значения результатов измерений первой лаборатории; среднеарифметического значения результатов измерений, полученных во второй лаборатории; разности между результатами, полученными в первой и второй лабораториях; значения критической разности  $CD_{0,95}$ ; проверки приемлемости результатов

измерений, полученных в условиях воспроизводимости. В отчете №3 предусмотрены графы для представления результатов двух параллельных определений, среднеарифметического значения результатов измерений, представления результатов.

В настоящее время статистические методы контроля точности, стабильности и управления технологическими процессами применяются для оценки стабильности производственных процессов. Контрольные карты Шухарта являются инструментом статистического контроля и строятся на основании оперативных данных.

Модуль КП «ККШ-КС» предназначен для автоматизации ведения контрольных карт Шухарта. В модуле КП «ККШ-КС» предусмотрены механизмы реализации следующих

задач: сбор и хранение информации, проведение расчетов, формирование отчетов. Посредством Модуля КП «ККШ-КС» пользователь может автоматически осуществлять расчет линий пределов и сформировать графическое представление контрольных карт Шухарта. На рис. 8 представлен графический интерфейс окна Редактора контрольной карты.

На рис. 9 представлен отчет Модуля КП «ККШ-КС», состоящий из двух страниц: на первой программой автоматически рассчитываются линии пределов для следующего периода, а на второй – автоматически проводится построение графика.

Таким образом, применение современных компьютерных программ по автоматизации расчетов для построения и формирования графи-



ческого представления контрольных карт Шухарта значительно упростит работу пользователя. Отчеты программного комплекса представлены в удобной и понятной форме, что минимизирует время на их интерпретацию.

Разработанный программный комплекс обеспечивает оперативный контроль безопасности и качества алкогольной продукции и позволяет на 25–30% сократить затраты рабочего времени оператора по сравнению с «ручной» статистической обработкой результатов измерений, обеспечивает решение эргономических проблем рациональной организации рабочих мест.

Программный комплекс ПК «C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH-АНАЛИТИК» может быть использован на спиртовых и ликероводочных заводах отрасли и в организациях, осуществляющих контроль качества и безопасности алкогольной продукции с использованием метода газовой хроматографии.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Поляков, В. А. Автоматизация ведения внутрилабораторного контроля результатов измерений показателей качества алкогольной продукции/В. А. Поляков, Н. В. Шелехова, Т. М. Шелехова // Сб. «Теоретические и практические основы совершенствования технологий спирта». – М.: ВНИИПБТ, 2008. – С. 228–235.
2. Шелехова, Н. В. Система автоматизированного мониторинга качества и безопасности алкогольной продукции методами капиллярного электрофореза/Н. В. Шелехова // Производство спирта и ликероводочных изделий. – 2012. – № 4. – С. 20–22.
3. Терещенко, А. Г. Внутрилабораторный контроль качества результатов анализа с использованием лабораторной информационной системы: учеб. пособие/А. Г. Терещенко, Н. П. Пикула, Т. В. Толстихина. – Томск: Изд-во ТПУ, 2006. – 210 с.
4. Бёккер, Ю. Хроматография. Инструментальная аналитика: методы хроматографии и капиллярного электро-

фореза/Ю. Беккер. – М.: Техносфера, 2009. – 458 с.

5. ГОСТ 30536–2013. Водка и спирт этиловый из пищевого сырья. Газохроматографический экспресс-метод определения содержания токсичных микропримесей. – М.: Стандартинформ, 2014. – 33 с.

6. ГОСТ 32039–2013. Водка и спирт этиловый из пищевого сырья. Газохроматографический метод определения подлинности. – М.: Стандартинформ, 2014. – 10 с.

7. ГОСТ 32070–2013. Водка и спирт этиловый из пищевого сырья. Газохроматографический метод определения содержания летучих кислот и фурфурола. – М.: Стандартинформ, 2014. – 9 с.

8. Шелехова, Н. В. Применение информационных технологий в решении проблемы автоматизации качества и безопасности алкогольной продукции/Н. В. Шелехова. – М.: МАКС Пресс, 2015. – 108 с.

9. Макконнелл, С. Совершенный код. Мастер-класс/С. Макконнелл. – М.: Изд-во «Русская редакция», 2014. – 896 с.

#### Специализированный программный комплекс «C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH-АНАЛИТИК» – инновационный инструмент автоматизации контроля качества и безопасности алкогольной продукции

##### Ключевые слова

алкогольная продукция; газовая хроматография; информационные технологии; программный комплекс «C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH-АНАЛИТИК»; контрольные карты Шухарта; обработка результатов измерений

##### Реферат

Одним из способов применения информационных технологий в испытательных лабораториях является разработка специализированных программ в системе обеспечения качества, соответствующих современным требованиям. Сочетание аналитического оборудования, методов анализа, информационных технологий, обученного персонала обеспечивает оптимальное функционирование лаборатории. Разработан специализированный программный комплекс ПК «C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH-АНАЛИТИК» на основе нового поколения вычислительной техники и современных операционных систем. Программный комплекс представляет собой обширный набор возможностей для обработки результатов измерений, полученных газохроматографическим методом анализа, а также предназначен для обработки результатов измерений показателей качества и безопасности алкогольной продукции, выполнения расчетов в соответствии с ГОСТ 30536–2013, ГОСТ 32039–2013, ГОСТ 32070–2013 и построения контрольных карт Шухарта по ГОСТ Р ИСО 5725–2002 «Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений». Программный комплекс ПК «C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH-АНАЛИТИК» включает в себя четыре модуля: КР «ГХ–30536» (компьютерная программа «Газовая хроматография 30536», автоматизирующая расчеты по ГОСТ 30536–2013), КР «ГХ–32039» (компьютерная программа «Газовая хроматография 32039», автоматизирующая расчеты по ГОСТ 32039–2013), КР «ГХ–32070» (компьютерная программа «Газовая хроматография 32070», автоматизирующая расчеты по ГОСТ 32070–2013), КР «ККШ–КС» (компьютерная программа «Контрольные карты Шухарта», автоматизирующая расчеты и построение контрольных карт Шухарта). Разработанный программный комплекс обеспечивает оперативный контроль безопасности и качества алкогольной продукции, позволяет на 25–30% сократить затраты рабочего времени оператора по сравнению с «ручной» статистической обработкой результатов измерений, обеспечивает решение эргономических проблем рациональной организации рабочих мест. Программный комплекс ПК «C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH-АНАЛИТИК» может быть использован на спиртовых и ликероводочных заводах отрасли и в организациях, осуществляющих контроль качества и безопасности алкогольной продукции с использованием методов газовой хроматографии.

##### Авторы

Шелехова Наталия Викторовна, канд. экон. наук, Поляков Виктор Антонович, д-р техн. наук, профессор, акад. РАН, Римарева Любовь Вячеславовна, д-р техн. наук, профессор, чл.-корр. РАН  
Всероссийский научно-исследовательский институт пищевой биотехнологии, 111033, Москва, ул. Самокатная, д. 46  
Lrimareva@mail.ru

#### Specialized Software Complex «C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH ANALYST» – an Innovative tool for Automated Inspection of Quality and Safety of Alcoholic Products

##### Key words

alcoholic production; gas chromatography; information technology; Specialized Software Complex «C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH ANALYST»; Shewhart control charts; processing of measurement results

##### Abstracts

One of the ways to use information technology in testing laboratories is the development of specialized programs in the quality assurance system, corresponding to modern requirements. The combination of analytical equipment, analytical methods, information technology, trained staff ensures the optimal functioning of the laboratory. Developed specialized software complex PC «C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH-ANALYST» on the basis of a new generation of computing hardware and modern operating systems. Software complex provides an extensive set of features for processing the results of measurements obtained by gas chromatographic analysis method, and is suitable for processing the results of measurements of indicators of quality and safety of alcoholic products, performing calculations in accordance with GOST 30536–2013, GOST 32039–2013, GOST 32070–2013 and construction of Shewhart charts in accordance with GOST R ISO 5725–2002 «Accuracy (trueness and precision) of methods and results». «Software complex PC «C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH-ANALYST» includes four modules: KP «GKh – 30536» (a computer program «Gas chromatography 30536» that automate the calculations according to GOST 30536–2013), KP «GKh – 32039», (a computer program «Gas chromatography» 32039» that automate the calculations according to GOST 32039–2013), KP «GKh – 32070» (a computer program «Gas chromatography 32070» that automate the calculations according to GOST 32070–2013), KP «KKSh – KS» (computer program «Shewhart Control charts», automate calculations and construction of Shewhart control charts). The developed program complex provides operational control of safety and quality of alcoholic beverages, allows a 25–30% reduction in staff time operator compared to «manual» statistical processing of measurement results, provides a solution to ergonomic problems of rational organization of jobs. Software complex PC «C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH-ANALYST» can be used on the alcohol and alcoholic beverage industry and in organizations, controlling the quality and safety of alcoholic production with use of methods of gas chromatography.

##### Authors

Shelchova Nataliya Viktorovna, Candidate of Economic Sciences, Poliakov Viktor Antonovich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Academician of RAS, Rimareva Lubov Viacheslavovna, Doctor of Technical Sciences, Professor, Corresponding Member of the RAS  
All-Russian Research Institute of Food Biotechnology  
4B Samokatnaya st., Moscow, 111033, Russia  
Lrimareva@mail.ru