

КРИТЕРИИ ВЫБОРА ОБЪЕКТА АВТОМАТИЗАЦИИ ИСПЫТАТЕЛЬНОЙ ЛАБОРАТОРИИ

Калинин С.А., аспирант ФГБУ «Институт стандартизации»

Кудимов С.А., генеральный директор, ИП Кудимов Сергей Алексеевич

Фролов В.А., профессор, д-р техн. наук, начальник отдела научной деятельности, ФГБУ «Институт стандартизации»

В статье рассматриваются подходы по увеличению производительности и повышению доли достоверных результатов анализов, выполняемых химическими лабораториями. В результате анализа затруднений, возникающих при выполнении задач повседневной деятельности лаборатории, авторами предлагается подход по модернизации программно-технического оснащения посредством совместного внедрения комплексов, включающих в себя лабораторную информационную менеджмент-систему LIMS и устройства автоматизации. С целью определения объекта автоматизации сформулированы критерии оценки стандартов, описывающих методы проведения анализов, применение которых продемонстрировано на примере испытаний нефтепродуктов для определения их показателей качества.

Ключевые слова: комплекс автоматизации, лабораторное оборудование, LIMS, достоверность результатов анализа, критерий оценки, метод анализа, испытательная лаборатория.

Цитирование: Калинин С.А., Кудимов С.А., Фролов В.А. Критерии выбора объекта автоматизации испытательной лаборатории // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2025. № 2 (83). С. 90–98.

ВВЕДЕНИЕ

Стремительное развитие производственной базы Российской Федерации приводит к обострению нехватки квалифицированных рабочих кадров. Современные исследования характера занятости трудоспособного населения показывают, что рабочие должности в обрабатывающей отрасли являются одними из самых востребованных на рынке труда [1]. Авторами работы [2] предлагается комплексный подход к решению сложившейся ситуации, включающий в себя повышение производительности труда посредством его автоматизации и повышения квалификации сотрудников.

Химические лаборатории не являются исключением, так как задействованы в различных сегментах экономики: добывающей, перерабатывающей и обрабатывающей промышленности. С целью повышения производительности труда и обеспечения качества выполняемых анализов в последние десятилетия производится переоснащение парка лабораторного оборудования, внедрение современных программных комплексов [3] и разработка автоматизированных моделей проведения испытаний [4].

Согласно Федеральному закону от 28.12.2013 № 412-ФЗ¹ лаборатория, входящая в национальную систему аккредитации, должна проходить процедуры аккредитации и про-

верки компетентности, одним из условий которых является выполнение анализов в строгом соответствии с требованиями соответствующих методов и методик, в которых подробно описываются используемые в работе реактивы, материалы и технические средства. Оборудование, используемое в химических лабораториях, классифицируется по своему типу на средства измерения (СИ) и испытательное оборудование (ИО), а по степени автоматизации – на ручное, автоматическое и полуавтоматическое [5]. СИ – это техническое средство, предназначенное для измерений, обладающее метрологическими характеристиками и воспроизводящее единицы физических величин, размер которых принимается неизменным в течение известного интервала времени². ИО – это средство испытаний, представляющее собой техническое устройство для воспроизведения условий испытаний³.

Большинство современных методов предусматривают выполнение анализа как на ручном, так и на автоматическом оборудовании с указанием соответствующих данных о прецизионности, однако в подавляющем большинстве случаев выполнение арбитражных и контрольных проб возможно только с использованием ручных приборов. Поэтому перед разработчиками лабораторного оборудования стоит

² Федеральный закон от 26.06.2008 № 102-ФЗ (ред. от 08.08.2024) «Об обеспечении единства измерений». – М.: Кремль, 2008.

³ ГОСТ Р 8.568–2017 Государственная система обеспечения единства измерений. Аттестация испытательного оборудования. Основные положения. – М.: Стандартинформ, 2019. (Введен 2018–08–01); (п. 3.1.1).

¹ Федеральный закон от 28.12.2013 № 412-ФЗ (ред. от 24.07.2023) «Об аккредитации в национальной системе аккредитации» (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.09.2024).

задача по созданию устройств автоматизации, устанавливаемых дополнительно на ручную модель для исследования повседневных проб и имеющих возможность перевода оборудования в полностью ручной режим для выполнения специальных анализов. Необходимо отметить, что согласно действующим нормативным документам объекты исследования для подтверждения соответствия их качества анализируются чаще всего по нескольким параметрам с использованием различных методов, оборудования и материалов. Химические анализы отличаются своей объемностью и сложностью выполнения, поэтому необходимо разработать подход, позволяющий выявить наиболее нуждающиеся в автоматизации методы и стадии.

Помимо увеличения производительности труда лаборатория сталкивается с повседневными трудностями, анализ которых необходим для разработки востребованных комплексов автоматизации. Основной задачей лаборатории является получение достоверных результатов анали-

зов. Несоответствия, возникающие в процессе работы, приводят к получению ошибочных результатов, приводящих к затратам дополнительных ресурсов на повторное выполнение анализа. Также необходимо отметить, что вследствие систематических ошибок не все отклонения могут быть своевременно выявлены, что приводит к попаданию к заказчику недостоверных результатов. Поэтому при разработке комплексов автоматизации требуется решить две задачи. Во-первых, снизить количество ошибок, приводящих к получению недостоверных результатов. Во-вторых, повысить общую производительность лаборатории за счет сокращения количества повторно выполняемых анализов и уменьшения степени вовлеченности оператора при выполнении анализа. На рис. 1 приведены основные трудности, возникающие на каждой стадии проведения анализа, приводящие к возникновению неточностей.

Из анализа рисунка видно, что часть ошибок, касающихся передачи информации на всех стадиях анализа и составле-

Стадии	Трудности	Факторы
Составление задания	Ошибки в задании, ошибки при передаче данных	Наличие системы электронного журнала
Отбор пробы	Неоднородность пробы, загрязнение пробы	Сложность методики пробоотбора
Подготовка пробы и оборудования	Ошибки в подготовке пробы, несоответствующее качество материалов	Время подготовки к анализу
Выполнение анализа	Ошибки в проведении анализа, неисправность оборудования	Время проведения анализа, вовлеченность оператора, количество контролируемых параметров
Обработка результатов	Ошибки в расчетах, ошибки в передаче данных	Наличие системы электронного журнала
Составление протокола	Ошибки при составлении протокола	Наличие системы электронного журнала

Рис. 1. Стадии, трудности и факторы проведения лабораторного анализа

ния документов, частично или полностью решается внедрением в лаборатории электронной системы менеджмента. Такие системы широко распространены на рынке и представлены под общим названием LIMS (Laboratory Information Management System). Эффективности внедрения таких систем посвящено большое количество исследований. В работе [6] авторы подробно описывают задачи, выполняемые электронными системами менеджмента в лаборатории, и формулируют основные требования к подобным продуктам.

Системы LIMS являются универсальным комплексом, поэтому не могут учесть особенности проведения каждого вида анализа с использованием конкретных моделей оборудования разных производителей. Так, авторами [7] приводятся данные проведенного FMEA анализа работы испытательной лаборатории на примере контроля качества

воздуха. Результаты анализа показали, что несоответствия процессов, касающиеся подготовки аппаратуры и расходных материалов, несут наибольшие риски. Это обуславливает актуальность разработки устройств, интегрируемых в программно-технические системы менеджмента качества лаборатории. В работе [8] авторы проводят анализ причин получения недостоверных результатов анализов с применением диаграммы Исикавы. Результаты их исследования показывают, что человеческие ошибки являются основным источником несоответствий при проведении лабораторных испытаний, приводящих к получению ошибочных результатов. Совместная работа технических комплексов автоматизации и электронных систем LIMS позволит снизить количество ошибочных анализов и повысить производительность труда лаборатории за счет сокращения времени участия человека при выполнении испытаний.

КРИТЕРИИ ВЫБОРА ОБЪЕКТА АВТОМАТИЗАЦИИ

В химических лабораториях ежедневно анализируется большое количество различных объектов сразу по нескольким параметрам. Для разработки технических комплексов автоматизации необходимо сформулировать критерии выбора метода анализа как объекта автоматизации.

Разрабатываемые критерии должны отображать востребованность этого метода, актуальность разработки устройства автоматизации, сложность и продолжительность анализа. На начальных этапах исследования предлагается использование критериев для сравнения методов анализа разных параметров одинаковых или схожих продуктов. Как отмечается авторами [9], основной задачей автоматизации является повышение производительности труда в химической лаборатории. Разрабатываемые автоматизированные комплексы должны сокращать время, затрачиваемое химиком на подготовку к анализу и его выполнение. Целью лабораторного исследования является получение достоверных результатов анализов. Большое количество контролируемых при работе параметров и их сложная математическая обработка являются причинами возникновения ошибок операторов, приводящих к неточности получаемых результатов. В предыдущих исследованиях [8] авторы приводят результаты эксперимента, в котором фиксировалось количество отклонений, допускаемых лаборантами при определении фракционного состава дизельного топлива, и предлагают способы модернизации установки для их сокращения. Полная автоматизация работы лаборатории требует больших инвестиционных вложений и полной перестройки рабочих процессов. В данной работе авторами предлагается разработка средств частичной автоматизации, внедрение которых можно производить постепенно. Испытательная лаборатория специализируется на исследованиях характеристик определенных объектов с использованием разных методов [10]. Внедрение комплексов автоматизации для выполнения анализов, используемых при работе с наибольшим количеством типов продуктов, является наиболее востребованным. Исходя из рассмотренных выше факторов авторы предлагают пять критериев оценки метода химического анализа для определения актуальности разработки средств автоматизации применяемого для их выполнения оборудования, приведенных в табл. 1.

Каждый метод анализа оценивается по пяти показателям с присвоением по каждому из них баллов от 0 до 1. Количество объектов анализа характеризуется количеством объектов анализа выборки, для которых применяется данный метод. Чем больше их количество, тем выше востребованность метода. Время подготовки анализа и время проведения анализа определяется из описания проведения анализа, представленного в соответствующих стандартах. В расчет берется только время непосредственной занятости химика без учета задержек, не требующих контроля со стороны человека, например прогрев оборудования, термостати-

Таблица 1

Критерии оценки метода анализа

№	КРИТЕРИЙ	ВЕЛИЧИНА	БАЛЛ
1	Количество объектов анализа	штуки	0 – 1
2	Время подготовки анализа	минуты	0 – 1
3	Время проведения анализа	минуты	0 – 1
4	Количество контролируемых параметров	штуки	0 – 1
5	Количество математических операций при обработке результатов	штуки	0 – 1
Суммарный балл			0 – 5

рование бани или сушка образца. Количество контролируемых во время анализа параметров и количество математических операций при обработке результатов анализа берется из текста стандарта, описывающего выполнение испытания по данному методу. Баллы по каждому критерию определяются как доля величины критерия для данного метода относительно максимальной величины критерия для методов в исследуемой выборке. По итогу анализа определяется суммарный балл как сумма баллов по всем критериям. Предпочтение по разработке комплекса автоматизации отдается методу с наибольшим суммарным баллом.

ПРИМЕНЕНИЕ КРИТЕРИЕВ ДЛЯ ОЦЕНКИ МЕТОДОВ АНАЛИЗА НЕФТЕПРОДУКТОВ

Авиационный, автомобильный бензины, бензин прямой перегонки, топливо для реактивных двигателей и дизельное топливо являются одними из самых крупнотоннажных продуктов современной промышленности России. Нефтепродукты одновременно реализуются как среди потребителей на внутреннем рынке, так и на международной арене, их качество проверяется на каждом этапе транспортировки, а все отгружаемые цистерны сопровождаются паспортами качества. Отличительной особенностью является то, что на перевалочном узле партии топлива одной марки из разных мест могут смешиваться, что приводит к получению нового продукта, обладающего своими свойствами.

Для контроля качества нефтепродуктов, реализуемых на внутреннем рынке, Министерством энергетики разработана схема организации контроля качества топлива на всем пути от завода до конечного потребителя [Приказ Министерства энергетики Российской Федерации от 19 июня 2003 года № 231 «Об утверждении Инструкции по контролю и обеспечению сохранения качества нефтепродуктов в организациях нефтепродуктообеспечения». – М.: Минюст, 2003]. В основе этой схемы лежат процедуры контрольного анализа. В табл. 2 представлен сводный перечень стандартов, применяемых при анализе нефтепродуктов.

Согласно табл. 2 в описанных стандартах используются установки, которые относятся и к средствам измерений, и к испытательному оборудованию. Каждая модель средства измерений внесена в реестр и обладает своими показателями прецизионности. Автоматизация такого оборудования приводит к созданию полноценного нового устройства, требующего проведения больших метрологических исследований. При этом сохраняется необходимость в периодическом построении градуировочной зависимости и регулярной проверке ее стабильности оператором. Модернизация

испытательного оборудования позволяет автоматизировать только отдельные узлы, касающиеся воспроизведения условий эксперимента с заданной в стандарте точностью, что не оказывает значительного влияния на принципиальную конструкцию аппарата. Для дальнейшей оценки методов анализа с целью выбора объекта автоматизации будет рассматриваться только испытательное оборудование. Десять видов анализа, выполняемые с использованием испытательного оборудования, оценены по пяти сформулированным критериям. Результаты оценки приведены в табл. 3–11.

Таблица 2

Перечень методов анализа нефтепродуктов

№	МЕТОД	СТАНДАРТ	ВИД ТОПЛИВА	ТИП ОБОРУДОВАНИЯ
1	Метод определения фракционного состава	ГОСТ 2177–99	Топливо для реактивных двигателей, бензин авиационный, бензин автомобильный, бензин прямой перегонки, топливо дизельное	ИО
2	Метод определения плотности	ГОСТ 3900–2022	Топливо для реактивных двигателей, бензин авиационный, бензин автомобильный, бензин прямой перегонки, топливо дизельное	СИ
3	Метод определения температуры помутнения, начала кристаллизации и замерзания	ГОСТ 5066–2018	Топливо для реактивных двигателей, топливо дизельное	ИО
4	Метод определения наличия водорастворимых кислот и щелочей	ГОСТ 6307–75	Топливо для реактивных двигателей, бензин авиационный, бензин автомобильный, топливо дизельное	СИ
5	Метод испытания на медной пластинке	ГОСТ 6321–92	Топливо для реактивных двигателей, бензин автомобильный	ИО
6	Метод определения температуры вспышки в закрытом тигле	ГОСТ 6356–75	Топливо для реактивных двигателей, топливо дизельное	ИО
7	Исследовательский метод определения октанового числа	ГОСТ 8226–2022	Бензин авиационный, бензин автомобильный	ИО
8	Метод определения коэффициента фильтруемости	ГОСТ 19006–73	Топливо дизельное	ИО
9	Метод определения предельной температуры фильтруемости на холодном фильтре	ГОСТ 22254–92	Топливо дизельное	ИО
10	Метод определения свинца	ГОСТ 28828–90	Бензин прямой перегонки	СИ
11	Метод определения содержания в топливе фактических смол выпариванием струёй	ГОСТ 32404–2013	Топливо для реактивных двигателей, бензин автомобильный, топливо дизельное	ИО
12	Определение свободной воды и механических примесей визуальным методом	ГОСТ 33196–2014	Топливо для реактивных двигателей, бензин авиационный, бензин автомобильный, бензин прямой перегонки, топливо дизельное	ИО
13	Метод определения кинематической вязкости и расчет динамической вязкости прозрачных и непрозрачных жидкостей	ГОСТ 33768–2015	Топливо для реактивных двигателей	СИ
14	Определение цвета на колориметре Сейболта	ГОСТ 33909–2016	Бензин авиационный, бензин автомобильный	СИ
15	Определение серы методом энергодисперсионной рентгенофлуоресцентной спектроскопии	ГОСТ Р 51947–2002	Топливо дизельное	СИ

Таблица 3

Результаты оценки метода определения фракционного состава ГОСТ 2177–99

МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ФРАКЦИОННОГО СОСТАВА ГОСТ 2177–99		
ПАРАМЕТР	ПОКАЗАТЕЛЬ	БАЛЛЫ
Количество объектов анализа, шт.	5	1
Время подготовки анализа, мин	15	0,08
Время проведения анализа, мин	30	0,25
Количество контролируемых параметров, шт.	6	1
Количество математических операций при обработке результатов, шт.	5	1
Суммарный балл		3,33

Таблица 6

Результаты оценки метода определения температуры вспышки в закрытом тигле ГОСТ 6356–75

МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ВСПЫШКИ В ЗАКРЫТОМ ТИГЛЕ ГОСТ 6356–75		
ПАРАМЕТР	ПОКАЗАТЕЛЬ	БАЛЛЫ
Количество объектов анализа, шт.	2	0,4
Время подготовки анализа, мин	15	0,08
Время проведения анализа, мин	30	0,25
Количество контролируемых параметров, шт.	3	0,5
Количество математических операций при обработке результатов, шт.	2	0,4
Суммарный балл		1,63

Таблица 4

Результаты оценки метода определения температуры помутнения, начала кристаллизации и замерзания ГОСТ 5066–2018

МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ПОМУТНЕНИЯ, НАЧАЛА КРИСТАЛЛИЗАЦИИ И ЗАМЕРЗАНИЯ ГОСТ 5066–2018		
ПАРАМЕТР	ПОКАЗАТЕЛЬ	БАЛЛЫ
Количество объектов анализа, шт.	2	0,4
Время подготовки анализа, мин	15	0,08
Время проведения анализа, мин	120	1
Количество контролируемых параметров, шт.	3	0,5
Количество математических операций при обработке результатов, шт.	2	0,4
Суммарный балл		2,38

Таблица 7

Результаты оценки исследовательского метода определения октанового числа ГОСТ 8226–2022

ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОКТАНОВОГО ЧИСЛА ГОСТ 8226–2022		
ПАРАМЕТР	ПОКАЗАТЕЛЬ	БАЛЛЫ
Количество объектов анализа, шт.	2	0,4
Время подготовки анализа, мин	60	0,33
Время проведения анализа, мин	60	0,5
Количество контролируемых параметров, шт.	4	0,67
Количество математических операций при обработке результатов, шт.	2	0,4
Суммарный балл		2,3

Таблица 5

Результаты оценки метода испытания на медной пластинке ГОСТ 6321–92

МЕТОД ИСПЫТАНИЯ НА МЕДНОЙ ПЛАСТИНКЕ ГОСТ 6321–92		
ПАРАМЕТР	ПОКАЗАТЕЛЬ	БАЛЛЫ
Количество объектов анализа, шт.	2	0,4
Время подготовки анализа, мин	10	0,05
Время проведения анализа, мин	10	0,08
Количество контролируемых параметров, шт.	2	0,33
Количество математических операций при обработке результатов, шт.	1	0,2
Суммарный балл		1,06

Таблица 8

Результаты оценки метода определения коэффициента фильтруемости ГОСТ 19006–73

МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА ФИЛЬТРУЕМОСТИ ГОСТ 19006–73		
ПАРАМЕТР	ПОКАЗАТЕЛЬ	БАЛЛЫ
Количество объектов анализа, шт.	1	0,2
Время подготовки анализа, мин	20	0,11
Время проведения анализа, мин	30	0,25
Количество контролируемых параметров, шт.	2	0,33
Количество математических операций при обработке результатов, шт.	2	0,4
Суммарный балл		1,29

Таблица 9

Результаты оценки метода определения предельной температуры фильтруемости на холодном фильтре ГОСТ 22254–92

МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПРЕДЕЛЬНОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ ФИЛЬТРУЕМОСТИ НА ХОЛОДНОМ ФИЛЬТРЕ ГОСТ 22254–92		
ПАРАМЕТР	ПОКАЗАТЕЛЬ	БАЛЛЫ
Количество объектов анализа, шт.	1	0,2
Время подготовки анализа, мин	60	0,33
Время проведения анализа, мин	120	1
Количество контролируемых параметров, шт.	4	0,67
Количество математических операций при обработке результатов, шт.	1	0,2
Суммарный балл		2,4

Таблица 10

Результаты оценки метода определения содержания в топливе фактических смол выпариванием струей ГОСТ 32404–2013

МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ В ТОПЛИВЕ ФАКТИЧЕСКИХ СМОЛ ВЫПАРИВАНИЕМ СТРУЕЙ ГОСТ 32404–2013		
ПАРАМЕТР	ПОКАЗАТЕЛЬ	БАЛЛЫ
Количество объектов анализа, шт.	3	0,6
Время подготовки анализа, мин	180	1
Время проведения анализа, мин	10	0,08
Количество контролируемых параметров, шт.	2	0,33
Количество математических операций при обработке результатов, шт.	1	0,2
Суммарный балл		2,21

Таблица 11

Результаты оценки метода определения свободной воды и механических примесей визуальным методом ГОСТ 33196–2014

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СВОБОДНОЙ ВОДЫ И МЕХАНИЧЕСКИХ ПРИМЕСЕЙ ВИЗУАЛЬНЫМ МЕТОДОМ ГОСТ 33196–2014		
ПАРАМЕТР	ПОКАЗАТЕЛЬ	БАЛЛЫ
Количество объектов анализа, шт.	5	1
Время подготовки анализа, мин	10	0,05
Время проведения анализа, мин	10	0,08
Количество контролируемых параметров, шт.	2	0,33
Количество математических операций при обработке результатов, шт.	1	0,2
Суммарный балл		1,66

РЕЗУЛЬТАТЫ ОЦЕНКИ МЕТОДОВ

По итогу проведенного анализа девяти методов испытаний нефтепродуктов составлена обобщенная табл. 12, в которой методы ранжированы по уменьшению суммарного балла оценки.

Таблица 12

Обобщенный результат результатов оценки методов

№	МЕТОД	СУММАРНЫЙ БАЛЛ
1	ГОСТ 2177–99	3,33
2	ГОСТ 22254–92	2,4
3	ГОСТ 5066–2018	2,38
4	ГОСТ 8226–2015	2,3
5	ГОСТ 32404–2013	2,21
6	ГОСТ 33196–2014	1,66
7	ГОСТ 6356–75	1,63
8	ГОСТ 19006–73	1,29
9	ГОСТ 6321–92	1,06

В качестве приоритетных направлений разработки устройств автоматизации лабораторных приборов можно выделить три метода: ГОСТ 2177–99, ГОСТ 22254–92 и ГОСТ 5066–2018. В качестве основных узлов автоматизации предлагается рассмотреть узлы, связанные с критериями, получившими при оценке наибольшие баллы. Схема предлагаемых комплексов автоматизации приведена на рис. 2. Для метода определения фракционного состава наиболее эффективной будет система, позволяющая сократить количество фиксируемых во время анализа параметров за счет подключения к установке системы датчиков. Лабораторный барометр может быть заменен электронным датчиком атмосферного давления, обладающим аналогичными метрологическими характеристиками, а ртутный термометр – на электронный датчик температуры типа Pt100, класс точности А, для соответствия требованиям стандарта. Для установки датчика температуры также необходимо разработать крепежную пробку, подходящую по размерам к стандартным колбам Энглера, используемым в этом анализе. Подключение системы датчиков к единому блоку управления позволит производить автоматическую запись параметров во время проведения анализа и пересчет результатов с учетом поправок на атмосферное давление и потери по его завершении с последующим экспортом данных в систему LIMS.

Определение предельной температуры фильтруемости включает в себя продолжительную стадию подготовки к анализу, заключающуюся в тщательной промывке и сушке испытательного стакана, пипетки и составляющих фильтра. При выполнении этой процедуры используется несколько органических растворителей: толуол, ацетон и изопропи-

ловый спирт. Разработка устройства автоматической мойки и сушки пипеток с установленными на них фильтрами позволяет параллельно проводить текущий анализ и готовить посуду и материалы к следующему. Также во время проведения анализа лаборанту необходимо проверять и поддерживать вакуум на уровне 2000 Па. Установка датчика давления, узла включения насоса и клапана с элек-

тронным управлением позволит создать систему контроля и поддержания необходимого давления во время анализа.

Проведение анализа по определению температуры помутнения и начала кристаллизации занимает продолжительное время и требует постоянного внимания оператора во время проведения анализа. Наилучшим направлением ав-

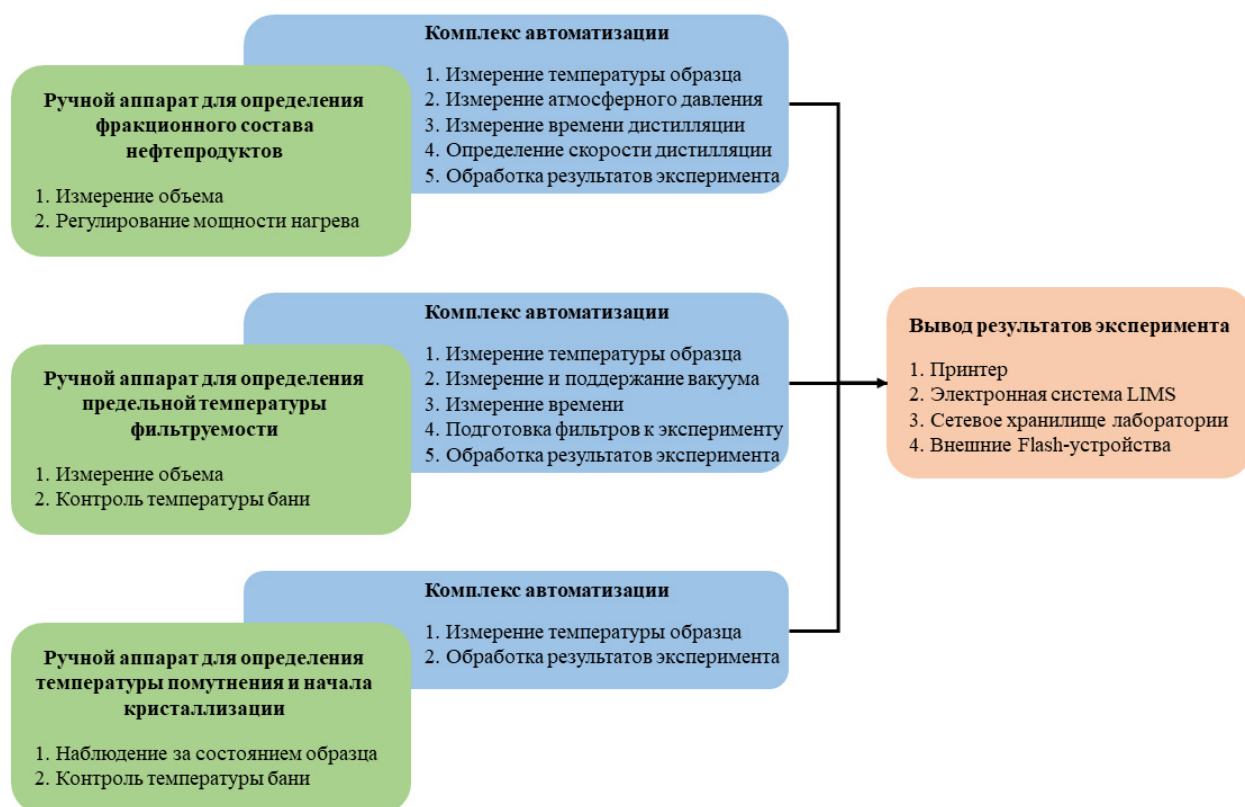


Рис. 2. Схема разрабатываемых комплексов автоматизации

томатизации такого оборудования является разработка системы детектирования изменения состояния объекта анализа. В методе описывается визуальное определение точки помутнения и начала кристаллизации по образованию мути и первых кристаллов в топливе. Разработка комплекса, состоящего из датчика температуры образца, камеры и системы регистрации данных, позволила бы оператору удаленно наблюдать за ходом проведения анализа, проверяя состояние образца только по соответствующей индикации устройства. Также электронный модуль может содержать подсказки по регулировке условий охлаждения образца во время выполнения испытания. Наличие единых требований к размерам испытательных сосудов позволяет изготовить модуль крепления камеры и электронного термометра, обладающих необходимой воспроизводимостью их расположения от стакана к стакану.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В работе рассмотрены основные потребности лаборатории, включающие в себя увеличение производительности труда и доли достоверных результатов анализа. Для решения этих задач авторами предлагается использовать комплекс, состоящий из устройств автоматизации оборудования и внедрения программных продуктов LIMS. С целью упрощения выбора объекта автоматизации были разработаны критерии оценки методов анализа. Разработанные критерии были применены для сравнения методов анализа нефтепродуктов, в результате чего были определены наиболее перспективные направления автоматизации лабораторного оборудования: определение фракционного состава, температуры помутнения и предельной температуры фильтруемости нефтепродуктов.

Список использованных источников и литературы

1. Зоидов К.Х., Урунов А.А., Богатырев С.И. Дефицит кадров: сравнительный анализ в России и зарубежных странах // Региональные проблемы преобразования экономики. 2024. Т.164, №6. С. 164–172.
2. Sirazeeva A.F., Mukhitdinova A.R. The role of the social factor in labor productivity growth // Казанский экономический вестник. 2023. Т.65, №3. С. 30–35.
3. Калинин С.А., Кудимов С.А., Фролов В.А. Оценка влияния оборудования на реализацию системы управления качеством испытательной лаборатории // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2023. Т.6, № 75. С. 39–45.
4. Калинин С.А., Кудимов С.А., Фролов В.А. Применение полуавтоматического и автоматизированного лабораторного оборудования в стандартах выполнения химических анализов // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2024. № 6(81). С. 82–88.
5. Терещенко А.Г., Пикула Н.П. Внутрिलाбораторный контроль качества результатов химического анализа // Издательство Scientific & Translations. – Томск: 2017. – 265 с.
6. Горобец А.И., Горобец Д.А. Обеспечение качества испытаний на основе применения программных систем ЛИМС аккредитованными лабораториями // Science and business: development ways. 2022. Т.130, №4. С. 164–169.
7. Проницева Н.В., Савчик Е.Н. Анализ деятельности испытательной лаборатории на основе метода FMEA // Молодые ученые в решении актуальных проблем науки. Сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции (18 – 19 апреля 2024 г., Красноярск). 2024. С. 1049 – 1051.
8. Калинин С.А., Кудимов С.А., Фролов В.А. Автоматизация лабораторного оборудования как средство повышения качества работы химической лаборатории // Оборудование и технологии для нефтегазового комплекса. 2024. Т.143, №5. С. 34–41.
9. Hawker C.D. Laboratory Automation: Total and Subtotal // Clin Lab Med. 2007. Vol. 27. P. 749–770.
10. Шалин А.П. Подходы к формированию области аккредитации испытательной лаборатории // Контроль качества продукции. 2014. №6. С. 35–39.

SELECTION CRITERIONS AN AUTOMATION OBJECT OF THE TESTING LABORATORY

Kalinin S.A., PhD student of the Russian Standardization Institute

Kudimov S.A., CEO, IE Kudimov Sergey Alekseevich

Frolov V.A., Professor, doctor of technical sciences, head of the department of scientific activity, Russian Standardization Institute

The article discusses approaches to increase productivity and increase the proportion of reliable laboratory analysis results. The authors propose an approach to modernize the laboratory through the joint implementation of complexes including LIMS systems and automation devices. Criteria for evaluating standards methods of analysis are formulated to determine the object of automation. The formulated criteria were applied to the methods of testing the quality indicators of petroleum products.

Keywords: automation complex, laboratory equipment, LIMS, reliability of the analysis results, evaluation criteria, the method of analysis, testing laboratory.

For citation: Kalinin S.A., Kudimov S.A., Frolov V.A. Selection creterions an automation object of the testing laboratory. Information and Economic Aspects of Standardization and Technical Regulation. 2025; 2(83): 90–98. (In Russ.)

References

1. Zoidov K.H., Urunov A.A., Bogatyrev S.I. Shortage of personnel: a comparative analysis in Russia and foreign countries. *Regionalnye problemy preobrazovaniya ekonomiki* [Regional problems of economic transformation], 2024, vol. 164, no. 6, pp. 164–172 (in Russian).
2. Sirazeeva A.F., Mukhitdinova A.R. The role of the social factor in labor productivity growth. *Kazanskij ekonomicheskij vestnik* [Kazan Economic Bulletin], 2023, vol. 65, no. 3, pp. 30–35 (in Russian).
3. Kalinin S.A., Kudimov S.A., Frolov V.A. Assessment of the impact of the equipment on the implementation of the quality management system of the testing laboratory. *Informacionno-ekonomicheskie aspekty standartizacii i tekhnicheskogo regulirovaniya* [Information and economic aspects of standardization and technical regulation], 2023. vol. 6, no. 75, pp. 39–45 (in Russian).
4. Kalinin S.A., Kudimov S.A., Frolov V.A. *Primenenie poluavtomaticheskogo i avtomatizirovannogo laboratornogo oborudovaniya v standartah vypolneniya himicheskikh analizov. Informacionno-ekonomicheskie aspekty standartizacii i tekhnicheskogo regulirovaniya*, 2024, no. 6(81), pp. 82–88 (in Russian).
5. Tereshchenko A.G., Pikula N.P. In-laboratory quality control of chemical analysis results. *Scientific&Translations*, Tomsk, 2017, 265 p. (in Russian).
6. Gorobets A.I., Gorobets D.A. Quality assurance of tests based on the use of LINS software systems by accredited laboratories. *Science and business: development ways*, 2022, vol. 130, no. 4, pp. 164–169. (in Russian).
7. Pronicheva N.V., Savchik E.N. Analysis of the activity of the testing laboratory based on the FMEA method. *Vserossiyskaya nauchno-prakticheskaya konferenciya (18 – 19 aprelya 2024 g., Krasnoyarsk)* [All-Russian Scientific and Practical Conference (April 18–19, 2024, Krasnoyarsk)], 2024, pp. 1049 – 1051 (in Russian).
8. Kalinin S.A., Kudimov S.A., Frolov V.A. Automation of laboratory equipment as a means of improving the quality of chemical laboratory work. *Oborudovanie i tekhnologii dlya neftegazovogo kompleksa* [Equipment and technologies for the oil and gas industry], 2024. vol. 143, no. 5, pp. 34–41. (in Russian).
9. Hawker C.D. Laboratory Automation: Total and Subtotal. *Clin Lab Med.* 2007, vol. 27, pp. 749–770.
10. Shalin A.P. Approaches to the formation of the field of accreditation of the testing laboratory. *Kontrol kachestva produktsii* [Product quality control], 2014, no. 6, pp. 35–39. (in Russian).