

УДК 542.07

UDC 542.07

**ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО  
ОСНАЩЕНИЯ ПРИ СОЗДАНИИ  
ЛАБОРАТОРИИ КОНТРОЛЯ  
БЕЗОПАСНОСТИ ПИЩЕВОЙ  
ПРОДУКЦИИ**

*Т. А. Бутыльская, И. Г. Кошлякова*

Донской государственный технический университет, Ростов-на-Дону, Российская Федерация

[belchishka2015@mail.ru](mailto:belchishka2015@mail.ru);

[metrolog-ira@mail.ru](mailto:metrolog-ira@mail.ru);

Рассмотрена оптимизация технического оснащения лаборатории контроля безопасности пищевой продукции, перечислены основные факторы, влияющие на выбор аналитического лабораторного оборудования; рассмотрены способы подбора аналитических приборов и предложен способ составления дополнительного перечня расходных материалов, реактивов и оборудования.

**Ключевые слова:** организация лаборатории, атомно-абсорбционный спектрофотометр, хроматограф жидкостный, спектрофотометр, вольтамперметрический анализатор

**Введение.** В мире существует большое разнообразие пищевых продуктов, каждый из которых по-своему уникален. Продукты питания имеют особое предназначение, вид, запах и вкусовые качества. Состав продовольственных продуктов представлен на таре и упаковке товаров, но вкусовые качества можно определить только при помощи органов чувств человека.

Для удовлетворения потребностей рынка продуктами питания необходимо провести ряд исследований на наличие вредных, радиоактивных веществ, а также провести микробиологические исследования. Качество результатов исследований пищевой продукции, проводимых в специализированных лабораториях зависит от уровня технического оснащения предприятия. Современный рынок предлагает лабораториям широкий ассортимент усовершенствованных и автоматизированных аналитических агрегатов. Основной проблемой предприятий является правильный подбор аналитического оборудования.

**OPTIMIZATION OF TECHNICAL  
EQUIPMENT FOR CREATION OF FOOD  
PRODUCTS SAFETY LABORATORY**

*T. A. Butylskaya, I. G. Koshlyakova,*

Don State Technical University, Rostov-on-Don, Russian Federation

[belchishka2015@mail.ru](mailto:belchishka2015@mail.ru);

[metrolog-ira@mail.ru](mailto:metrolog-ira@mail.ru);

The paper deals with optimization of technical equipment of food products safety laboratory, main factors affecting the choice of analytical laboratory equipment; selection methods of analytical instruments and method of making the additional list of consumables, reagents and equipment.

**Keywords:** organization of the laboratory, atomic absorption spectrophotometer, liquid chromatograph, spectrophotometer, voltampermetric analyzer

**Методика выбора лабораторного оборудования.** При выборе и закупке оборудования лаборатории необходимо проанализировать:

- финансовое состояние организации;
- рыночные цены на лабораторное оборудование;
- наличие необходимого аналитического оборудования и его комплектующих на рынке;
- соответствие лабораторных приборов Госреестру;
- наличие соответствующей стандартизированной методики измерений.

При выборе лабораторного оборудования следует ориентироваться на мнение специалиста в данной области и отзывы потребителей. Качество приобретаемого лабораторного оборудования отразится на результативности проводимых исследований (достоверности данных), и соответственно на оценке проверяемого товара.

Одним из важных аспектов при закупке анализаторов является его универсальность, предоставляющая возможность применения оборудования при испытании различной продукции [1].

В зависимости от финансового состояния предприятия следует отдать предпочтение оборудованию отечественных производителей, которое имеет высокие технические и метрологические параметры, а также выгодную для предприятий цену.

Правильный выбор аналитического оборудования зависит также от определения товарных групп, которые будут проходить испытания в лаборатории.

Предположим, что в лаборатории будут проводиться испытания с целью определения показателей безопасности пищевой продукции и детских игрушек, показатели качества к которым указаны в соответствующих технических регламентах: Технический регламент на алкогольную продукцию, Технический регламент «Требования к безалкогольной продукции, природным минеральным и столовым водам, процессам их производства, хранения, перевозки», Технический регламент на рыбную и иную продукцию из водных биологических ресурсов, Технический регламент на чай и чайную продукцию, Технический регламент Таможенного союза «О безопасности детских игрушек», Технический регламент на соковую продукцию из фруктов и овощей, Технический регламент «О безопасности кондитерских изделий», Технический регламент Таможенного союза «О безопасности мяса и мясной продукции».

В технических регламентах представлены повторяющиеся вредные и токсичные вещества, относящиеся к выбранному перечню продукции, которые можно объединить в таблице 1.

Таблица 1

## Вредные и токсичные вещества

Вредные и токсичные вещества	Алкогольная продукция	Безалкогольная продукция, природные минеральные и столовые воды	Рыба и иная продукция из водных биологических ресурсов	Чай и чайная продукция	Соковая продукция из фруктов и овощей	Кондитерские изделия	Мясо и мясная продукция	Мукомольно-крупяная промышленность, крахмал и крахмальная продукция	Алкогольная продукция	Безалкогольная продукция, природные минеральные и столовые воды
Свинец	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Кадмий	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Мышьяк	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Ртуть	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Олово	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-
Хром	-	+	+	-	+	-	+	-	-	-
Цезий	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+
Стронций	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+
Селен	-	+	-	-	-	-	-	-	+	-
Фторид	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
Медь	-	+	-	-	-	-	+	-	+	-
Барий	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
Нитриты	-	+	-	-	-	-	-	-	+	-
Нитраты	-	+	-	-	+	-	+	-	+	-
ГХЦГ	-	-	+	-	+	+	+	-	-	-
Гистамин	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
ДДТ и его метаболиты	-	-	+	-	-	+	+	+	+	+
Микотоксины	-	+	-	-	-	+	+	-	+	+
Спирт метиловый	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-

Из таблицы 1 видно, что основным направлением деятельности лаборатории является проведение испытаний пищевой продукции и продовольственного сырья по показателям качества, безопасности и идентификации в целях подтверждения соответствия пищевой продукции требованиям законодательной и нормативно-технической документации с определением содержания токсичных элементов: кадмия, ртути, мышьяка, железа, меди, свинца, цинка, олова, хрома, никеля и алюминия. Также планируется проведение проверки на наличие нитратов и нитритов в молочной продукции, микотоксинов в зерне и комбикормах и Т2-токсина и хлороорганических пестицидов в пищевой продукции, а также выявление гистамина в рыбе.

Для организации аналитической лаборатории можно выделить четыре типа приборов для контроля качества продукции: жидкостный хроматограф, спектрофотометр, атомно-абсорбционный спектрофотометр (ААС), вольтамперметрический анализатор.

По техническим и метрологическим параметрам спектрофотометр и вольтамперметрический анализатор уступают по количеству определяемых показателей жидкостному хроматографу и атомно-абсорбционному спектрофотометру, так как данное оборудование не позволяет выявить присутствие в продуктах таких веществ, как ДДТ и его метаболиты, ГХЦГ и микотоксины. [2].

Сравнительная характеристика жидкостного хроматографа и атомно-абсорбционного спектрофотометра показала, что:

- средний срок службы атомно-абсорбционного спектрофотометра продолжительнее, чем жидкостного хроматографа, и составляет 5–10 лет [3];

- спектральный диапазон атомно-абсорбционного спектрофотометра шире, чем диапазон хроматографа. Для проведения всех запланированных испытаний спектрального диапазона хроматографа достаточно;

- ценовой показатель данного лабораторного оборудования одинаковый, но стоимость поверки атомно-абсорбционного спектрофотометра незначительно выше, чем поверка хроматографа [4];

- межповерочный интервал у всех приборов одинаковый и равен одному году и др.

По техническим характеристикам анализаторов выявлено, что:

- одним из достоинств спектрофотометра является возможность применения небольшого количества исследуемого вещества;

- исследования с помощью жидкостного хроматографа занимают небольшой промежуток времени, но растворитель, используемый в подвижной фазе – ацетонитрил – имеет высокую стоимость, и подготовка пробы к анализу сложна в исполнении;

- метод высоко эффективной жидкостной хроматографии сложнее, чем принцип работы спектрофотометра;

- метод атомно-абсорбционной спектрофотометрии обладает высокой селективностью, чувствительностью и простотой подготовки проб к анализу [5].

Главным аргументом при выборе оборудования является тот факт, что для жидкостного хроматографа не разработана методика определения тяжелых токсичных веществ в пищевой продукции. Такая методика создана лишь для ААС и описана в ГОСТ 30178-96 «Сырье и продукты пищевые. Атомно-абсорбционный метод определения токсичных элементов», который устанавливает метод определения свинца, кадмия, меди, цинка и железа в пищевом сырье и продуктах. Метод основан на минерализации продукта способом сухого или мокрого озоления и определении концентрации элемента в растворе минерализата методом пламенной атомной абсорбции. [6].

Таким образом, для определения тяжелых металлов в пищевых продуктах наиболее широко используются спектральные методы анализа, так как они достаточно селективны, экспрессны, имеют низкие пределы обнаружения и высокую чувствительность. Следовательно, для организации лаборатории стоит выбрать атомно-абсорбционный спектрофотометр. Выбор модели атомно-абсорбционного спектрофотометра основан на сравнении характеристик, приведенных в таблице 2.

Выбор модели атомно-абсорбционной спектрофотографа

Agilent AA-240 FS	AAN-800 Analist	Shimadzu AA-7000	Квант-2	Спектр 5-4
Стоимость прибора руб.				
1, 225, 000.0	1, 001, 350.0	2, 296, 936. 0	907,125.0	1, 600,000.0
Спектральный диапазон нм,				
185-900	190-870	185-900	185-860	185-900
Оптическая схема				
двухлучевая	двухлучевая	двухлучевая	однолучевая	однолучевая
Основная относительная погрешность				
±0,04	±0,07	±0,05	±0,01	±0,05
Объём образца в мл				
0,02	0,1	0,05	не более 0,5	1-2
Потребляемая мощность				
470	Не более 5000	230	220	300
Межповерочный интервал				
1 год	1 год	1 год	1 год	1 год
Страна производитель				
США	США	Япония	Россия	Россия

Из представленных моделей оборудования (таблица 2) следует выбрать приборы с двухлучевой оптической схемой, так как исследования на однолучевом спектрофотометре (Квант–2, Спектр 5–4, производство Россия), требуют дополнительной обработки полученного спектра, в то время, как двухлучевой ААС автоматически выдает координаты спектров поглощения, что значительно сокращает время исследования.

Shimadzu AA-7000 (Япония) можно отнести к дорогостоящему оборудованию, но по техническим параметрам этот прибор уступает конкурентам.

Явным лидером на рынке аналитического оборудования является модель Agilent AA-240 FS (производство США). Данный прибор оснащен системой Fast Sequential, которая позволяет сократить время исследования по сравнению с классическими спектрографами, и проводить 360 измерений в час.

Прибор Agilent AA-240 FS (производство США) полностью анализирует исследуемое вещество на содержание всех элементов и лишь потом приступает к следующему этапу, что обеспечивает высокую производительность. Анализатор наделен системой безопасности, имеющей 8 стадий блокировки: мониторинг типа горелки, правильности ее установки, жидкой ловушки, клапана сброса давления, работы с пламенем, электропитания, работы дейтериевой лампы, резервуар безопасности для газа-окислителя. У модели Agilent AA-240 FS отсутствует внутренняя разводка газовых линий. Программное обеспечение полностью русифицировано, что обеспечивает удобство эксплуатации оборудования. Комплектация прибора позволяет использовать анализатор в пыльных и влажных помещениях, так как оптические компоненты

защищены. Для максимальной производительности рекомендуется приобретать прибор в комплекте с автоматической системой разбавления SIPS и автосемплером SPS [7].

При оснащении лаборатории дополнительным оборудованием следует использовать нормативно-правовые документы (стандарты) и методические указания:

— ГОСТ 30178-96 «Сырье и продукты пищевые. Атомно-абсорбционный метод определения токсичных элементов»;

— ГОСТ Р 53183-2008 «Определение ртути методом атомно-абсорбционной спектроскопии холодного пара с предварительной минерализацией пробы под давлением»;

— Методические указания «Атомно-абсорбционные методы определения токсичных элементов в пищевых продуктах и пищевом сырье» (утв. Госкомсанэпиднадзором РФ 25.12.1992 N 01-19/47-11);

—ГОСТ 32257-2013 «Молоко и молочная продукция» для определения нитратов и нитритов в молочной продукции;

— ГОСТ 28001-88 Межгосударственный стандарт. «Зерно фуражное продукты его переработки, комбикорма. Методы определения микотоксинов: Т-2 токсина, зеараленона (Ф-2) и охратоксина А»;

— Инструкция 4.1.10-15-25-2005 и 4.1.10-15-29-2005 «Определение содержания гистамина в рыбопродуктах»;

— Методические указания по обнаружению, идентификации и определению содержания Т-2 токсина в пищевых продуктах и продовольственном сырье;

— Методические указания по определению хлорорганических пестицидов в воде, продуктах питания, кормах и табачных изделиях методом хроматографии в тонком слое;

— Межгосударственный стандарт от 23 октября 1974 г. «Коньяки и коньячные спирты. Метод определения метилового спирта» (с Изменениями N 1, 2).

**Заключение.** Выбор и закупка лабораторного оборудования зависит от многих факторов: товарной группы, комплектующих агрегатов и обслуживания приборов, качества исследования, планировки помещения лаборатории, квалификации сотрудников аналитической организации. Лабораторное помещение должно быть оснащено вентиляцией, водопроводом, и соответствовать требованиям пожарной безопасности.

#### Библиографический список

1. Прибылова, Т. А. Принципы формирования приборного оснащения испытательной лаборатории / Т. А. Прибылова. Ю. В. Пивоваров. В. А. Зенин// Контроль качества продукции — 2001.— Т1, №10. — С. 30–35.

2. Вольтамперметрический анализатор Та-lab / продукция ТомьАналит. — Режим доступа : <http://www.tomanalyt.ru/ru/catalog/voltammetric-analyzers/195-ta-lab/> (дата обращения : 3.04.2016 г.).

3. Каталог средства измерений, испытательное и лабораторное оборудование. Спектрометр атомно-абсорбционный «КВАНТ-2» / Информационный портал Приборы-СИ — Режим доступа : <http://pribory-si.ru/catalog/3104/1094/> (дата обращения: 1.05.2016 г.).

4. Прейскурант цен на поверку средств измерений, входящих в перечень средств измерений, поверка которых осуществляется только аккредитованными в области обеспечения единства измерений государственными региональными центрами метрологии на 2016 год / официальный сайт Ростовский ЦСМ – Режим доступа : <http://rostesm.ru/content/view/88/141/> (дата обращения: 26.04.2016).



5. Ляликов, Ю. С. Физико-химические методы анализов / Ю. С. Ляликов — Москва : Химия, 1973. — 270 с.

6. Сырье и продукты пищевые. Атомно-абсорбционный метод определения токсичных элементов: ГОСТ 30178-96 / Межгосударственный стандарт. — Москва : Стандартиформ, 2010. — 3 с.

7. Атомно-абсорбционный спектрометр Agilent AA-240 FS / официальный сайт Лабтех. — Режим доступа : <http://www.labteh.com/productID21837/> (дата обращения: 11.04.2016).