

**Таблица**

Данные, характеризующие работу СГЭЖиМ на объекте п. Горный за период 2002 – 2008 гг.

Категория	Годы														Итого	
	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008									
Промышленные выбросы		64	71	141	497	34	109	73	140	98	128	279	427	689	1372	
Сточные воды		3	58	11	298	2	58	25	283	27	401	43	542	111	1640	
Специфические отходы		8	8	5	60	17	89	10	75	35	85	2	2	77	319	
Атмосферный воздух	5	5	48	504	37	62	65	462	838	1673	1942	3186	1934	7615	4869	13507
Природная вода	5	115	64	1277	45	1437	77	1258	378	5886	451	8326	393	7781	1413	26080
Грунтовая вода				3	66	18	288	261	3959	172	3314	313	4914	767	12541	
Почва	171	2223	114	1596	250	2412	632	3642	1124	12368	757	9897	941	9213	3989	41351
Донные отложения				44	574	65	574	161	1514	128	1737	153	1920	551	6319	
Снежный покров			6	56	8	168	30	203	252	2375	119	1902	196	4764	611	9468
<b>ИТОГО:</b>	<b>181</b>	<b>2343</b>	<b>307</b>	<b>3570</b>	<b>544</b>	<b>5574</b>	<b>940</b>	<b>6683</b>	<b>3122</b>	<b>28273</b>	<b>3729</b>	<b>28976</b>	<b>4254</b>	<b>37178</b>	<b>13077</b>	<b>112597</b>

Примечание: в ячейках таблицы на светлом фоне – количество анализов, на затемнённом фоне – количество компонентоопределений.

лексы, на базе которых реализуется система управления мониторингом. В автоматическом режиме рассчитываются поля рассеивания загрязняющих веществ и строятся карты, диаграммы, графики, автоматически составляется план проведения исследований во всех режи-

мах (как штатных, так и нештатных). Это обеспечивает оперативное реагирование на любые ситуации, связанные с функционированием объекта УХО. Фактически вся система мониторинга автоматизирована и соответствует современным экологическим требованиям.

УДК 504.064:543.06:543.63

**«Модульный» метод организации аналитических лабораторий системы государственного экологического контроля и мониторинга объектов по хранению и уничтожению химического оружия**

© 2008. О.Ю. Растегаев, В.Н. Чупис

Научно-исследовательский институт промышленной экологии,  
e-mail: ecovector@sar-ecoinst.org

Предложен «модульный» метод организации аналитических лабораторий системы государственного экологического контроля и мониторинга объектов по хранению и уничтожению химического оружия (АЛ СГЭЖиМ объектов УХО). Приведены результаты создания и функционирования лабораторий в региональных центрах СГЭЖиМ.

«Modular» method of organization of analytic laboratories system of the state ecological control and monitoring of chemical weapon storage and destruction objects (AL СГЭЖиМ объектов УХО) is presented here. The results of creating and functioning of the laboratories in regional centres of СГЭЖиМ are given.

Ключевые слова: принципы организации аналитической лаборатории – технологический, методологический, санитарно-гигиенический, объект контроля, отраслевой, одной лаборатории

В составе лабораторного комплекса системы государственного экологического контроля и мониторинга объектов по хранению и уничтожению химического оружия (СГЭЖиМ)

центральное место занимают химико-аналитические (экоаналитические) лаборатории [1].

На основании аналитических экспериментальных исследований проводится контроль

соблюдения природоохранных нормативов, а также оценка и последующее прогнозирование состояния окружающей среды. Поскольку аналитические лаборатории составляют материальную базу аналитических исследований, то выбор методов их организации является фактором, определяющим эффективность функционирования аналитических лабораторий.

Действующие нормативные документы, относящиеся к аналитическим лабораториям, не рассматривают эту проблему. Так, ГОСТ Р ИСО/МЭК 17025-2006 «Национальный стандарт Российской Федерации. Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий» устанавливает общие требования к компетентности лабораторий в проведении испытаний и калибровки, включая отбор образцов, испытания и калибровку, проводимые по стандартным методам, нестандартным методам и методам, разработанным лабораторией [2]. Руководящие документы [3 – 5] рассматривают общие вопросы аккредитации лабораторий мониторинга загрязнения окружающей природной среды в системе Росгидромета. Таким образом, складывается ситуация, при которой установленные нормативные требования к аналитическим лабораториям могут выполняться любыми методическими и организационными способами.

С точки зрения важности (приоритетности) для достижения целей, влияния на метрологические характеристики выполняемых измерений, информативности измерений, влияния на экономические показатели (пропускная способность лаборатории, оперативность выполнения задач), способности выполнять комплексные задачи, возможности расширения области использования можно выделить следующие принципы организации аналитической лаборатории.

**Принцип «технологический».** Главной задачей при применении данного принципа является измерение содержания соединений, непосредственно указывающих на соблюдение технологических режимов. Например, при уничтожении зарины главными показателями процесса являются содержание зарины, моноэтаноламина, О-изопропилметилфосфоната. Остальные показатели имеют меньшее значение или вообще не учитываются. Преимущества подхода заключаются в высокой информативности, поскольку можно быстро установить соблюдение нормативов и влияние объекта на состояние окружающей среды. Недостатки – отсутствие полноты информации по другим показателям, указывающим на состояние окружающей среды в целом, на влияние вспомогательных и общезаводских участков, не отра-



Фото. О.Ю. Растегаев даёт пояснения В.И. Холстову

жает регионального вклада, например, соседних предприятий, в фоновое загрязнение. Подход не оптимален по экономическим показателям, поскольку не учитывает достаточности используемых методов измерения, взаимозаменяемости методов.

**Принцип «методический».** Приоритет метода измерений, когда особое внимание уделяется выбору метода измерений, обеспечивающего высокую чувствительность и достоверность измерений, в отдельных случаях с использованием дублирующих методов. Высокая достоверность измерений, обеспечиваемая надёжной идентификацией компонентов, точная оптимизация по параметру «компонент-производительность метода», подбор метода для анализа нескольких компонентов одновременно, методический «запас прочности» – преимущества данного принципа. Использование этого принципа особенно важно при выполнении технологических задач, т. к. точное измерение может существенно сэкономить сырьё, выявить узкие места в техпроцессе, что трудно решить при использовании стандартных или «рекомендованных» методов. Недостатки – дополнительные затраты на приборное оснащение, которое, однако, может окупиться в дальнейшем с учётом производительности лаборатории, надёжности измерений, что исключает дополнительные затраты на арбитражные анализы сторонних организаций и другие издержки.

**Принцип «санитарно-гигиенический».** Значение измеряемых показателей определяется токсикологической опасностью компонентов вне зависимости от роли данного соединения в технологическом процессе. Особое внимание уделяется компонентам 1-го и 2-го классов опасности, при этом можно строго проследить за динамикой изменения их содержания, оптимизировать затраты различных видов экологических и других платежей, размеры которых зависят в том числе и от класса опасности. Минимизированы затраты на измерения. Недостатками являются: трудность технологического контроля, поскольку высокие классы опасности могут иметь технологически незначимые объекты контроля, например, отход – ртутьсодержащие люминесцентные лампы или выбросы диоксида азота от котельной; минимальное количество аналитической информации, т. к. при выборе наименее затратных методов измерений диапазон таких измерений является узким и предназначенным только для данного объекта контроля и не позволяет получить дополнитель-

ную информацию в нестандартных случаях. Кроме того, в перспективе подход может быть затратным, поскольку не рассчитан на увеличение объёмов и номенклатуры контроля. Информативность при реализации такого подхода минимальна.

**Принцип «объекта контроля».** При соблюдении этого принципа определяющим является объект или объекты контроля. Отдельно организуется лаборатория атмосферного воздуха, лаборатория почв, лаборатория сточных вод и т. д. Такой подход может быть оправдан только при больших объёмах достаточно простых объектов контроля, поскольку не позволяет эффективно использовать все возможности аналитического метода, тем более проводить комплексные исследования. Эффективность подхода может быть обеспечена только в отношении данного объекта контроля. Определяемые компоненты становятся как бы равноценными на фоне приоритетности объекта контроля вне зависимости от технологической значимости или класса опасности, т. е. информативность такого подхода является низкой.

**«Отраслевой» принцип.** В других случаях лаборатории создаются для контроля по укрупнённым группам объектов, т. е. по отраслевому признаку: «санитарно-гигиеническая лаборатория» занимается измерением показателей, определённых органами санэпидконтроля, «экологическая лаборатория» проводит контроль природоохранных показателей и т. д. Данный подход имеет практически те же характеристики, что и принцип «объекта контроля».

**Принцип «одной лаборатории».** Основа подхода заключается в организации на предприятии одной лаборатории для решения задач, поставленных контролирующими органами. Главной целью является минимизация затрат и выполнение только установленных требований, фактически такой подход означает отсутствие принципа.

Для проведения критериальной оценки эффективности каждого из перечисленных принципов используются 4 оценочных уровня в соответствии с табл. 1.

Перед проведением балльной оценки рассматриваемых принципов дадим краткую характеристику критериев. Информативность показывает, насколько точно выбранный принцип позволяет судить о соблюдении технологических режимов. Достоверность определяет, как близка полученная информация к истинной информации. Сочетает-

Таблица 1

Уровни критериальной оценки эффективности принципов организации лаборатории

№ п/п	Наименование уровня	Значение уровня	Вес уровня, балл
1	2	3	4
1	4-й уровень	Высокая эффективность	4
2	3-й уровень	Средняя эффективность	2
3	2-й уровень	Низкая эффективность	1
4	1-й уровень	Неэффективен	0

мость с другими принципами указывает на возможность использования данного принципа с другими подходами. Способность выполнять комплексные задачи показывает: может ли данный принцип применяться при выполнении сложных многоплановых задач. Оперативность выполнения задач – указывает, как быстро лаборатория выполняет поставленные перед ней задания. Пропускная способность лаборатории – это количество анализов за определённый промежуток времени вне зависимости от способа достижения результата. Возможность расширения области использования – это возможность выполнения дополнительных работ без переоборудования. Затратность – затраты на реализацию принципа.

Критериальная оценка эффективности принципов организации лаборатории приведена в табл. 2.

Анализ результатов проведённой критериальной оценки эффективности принципов показывает, что в основу организации лаборатории должны быть положены «методический» и «технологический» принципы, дополнительными (второстепенными) могут быть: «санитарно-гигиенический» принцип, принцип «объекта контроля», «отраслевой» принцип. Принцип «одной лаборатории» применять не рекомендуется.

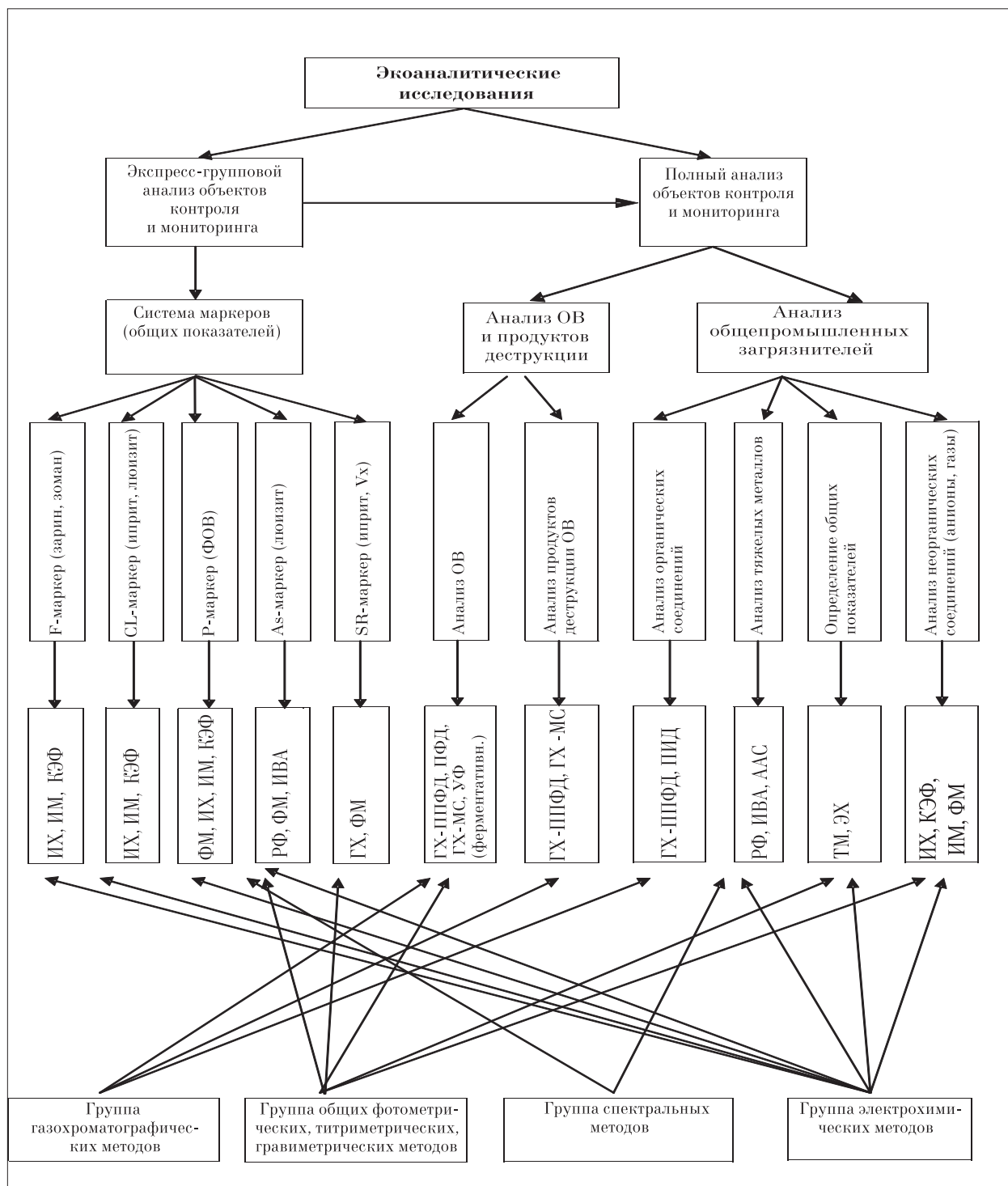
Исходя из «методического» и «технологического» принципов организации лаборатории был предложен «модульный метод» организации лаборатории.

Модульный метод заключается в том, что лаборатория в соответствии с выбранными методами измерений делится на модули: газохроматографический, спектральный, фотометрический и т. д. Метод измерений имеет приоритет над объектом контроля, например,

Таблица 2

Критериальная оценка эффективности принципов организации лаборатории, в баллах

Критерий	Принцип «технологический»	Принцип «методический»	Принцип «санитарно-гигиенический»	Принцип «объекта контроля»	«Отраслевой» принцип	Принцип «одной лаборатории»
1	2	3	4	5	6	7
Информативность	4	2	0	1	0	0
Достоверность	2	4	1	1	0	0
Сочетаемость с другими принципами	4	4	2	4	1	1
Способность выполнять комплексные задачи	1	4	1	1	2	0
Оперативность выполнения задачи	4	2	2	2	4	2
Пропускная способность лаборатории	4	4	4	4	4	1
Возможность расширения области использования	2	4	1	1	1	0
Затратность	2	1	4	2	4	4
Сумма, балл	23	25	15	16	16	8



**Рисунок.** Блок-схема методического обоснования организационной структуры экоаналитической лаборатории

Примечание: ГХ – газовая хроматография с пульсирующим пламенно-фотометрическим детектированием (ППФД), с пламенно-фотометрическим детектированием (ПФД), пламенно-ионизационным детектированием (ПИД), ГХ-МС – хромато-масс-спектрометрия, ФМ – спектрофотометрия, УФ (ферментативн.) – ферментативный метод с УФ-спектрофотометрическим окончанием, РФ – рентгенофлуоресцентный метод, ИВА – инверсионная вольтамперометрия, ААС – атомно-абсорбционная спектроскопия, ТМ – титриметрия, ЭХ – электрохимические методы, ИХ – ионная хроматография, КЭФ – капиллярный электрофорез, ИМ – ионометрия.

внутри газохроматографического модуля – приборы и сотрудники распределяются по объектам контроля – вода, почва и т. д. Методический подход выражается также в том, что если в нескольких методиках используется один метод, но они предназначены для разных объектов, то измерения могут проводиться на одном приборе одним аналитиком.

Технологический принцип применяется при составлении перечня объектов и компонентов измерений, т. е. ранжирование проводится, исходя из приоритетности технологических операций над второстепенными и вспомогательными операциями. Дополнительно учитываются санитарно-гигиенические нормативы как критерии оценки состояния природных сред.

На рисунке представлена блок-схема методического обоснования организационной структуры экоаналитической лаборатории. В соответствии с разработанными организационно-методическими подходами лаборатории включают в себя следующие основные группы: группа газохроматографических методов анализа, группа общих методов (фотометрических, титриметрических, гравиметрических), группа спектральных методов, группа электрохимических методов. Разделение по объектам анализа проводится внутри каждой группы методов.

«Модульный» метод был реализован в 2001 – 2007 гг. при организации и функционировании семи экоаналитических лабораторий в шести региональных центрах СГЭКиМ по Саратовской, Кировской, Пензенской, Брянской, Курганской областям и Удмуртской Республике. Для каждого региона был разработан соответствующий «Проект СГЭКиМ», включающий данные об аналитической лаборатории: характеристику лабораторных помещений и их оснащение, данные о средствах измерений, основном и вспомогательном оборудовании, обеспечении кадрами соответствующей квалификации, методической базой, стандартными образцами, сведения по метрологическим характеристикам используемых методик. Проекты СГЭКиМ были обсуждены на различных совещаниях

и утверждены контролирующими территориальными органами. В соответствии с «Проектом СГЭКиМ» в каждом регионе были построены региональные центры, в состав которых входят экоаналитические лаборатории. Лаборатории аккредитованы в Системе аккредитации аналитических лабораторий (СААЛ, орган по аккредитации ОАО ФНТЦ «Инверсия»). В 2006 году экоаналитические лаборатории ФГУ ГосНИИ-ЭНП прошли аккредитацию на второй срок, в 2008 – 2009 годах планируется аккредитовать лаборатории других региональных центров.

Разработанный модульный метод может быть использован не только при организации химико-аналитических лабораторий, но и при формировании лабораторий биологического, радиологического профиля, т. е. экспериментальных лабораторий, применяющих различные метрологически обеспеченные методы измерений.

### Литература

1. В.Н.Чупис. Экологический мониторинг объектов уничтожения химического оружия – опыт создания и перспективы развития // Теоретическая и прикладная экология. 2007. № 2. С. 35-41.
2. ГОСТ Р ИСО/МЭК 17025-2006 Национальный стандарт Российской Федерации. Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий.
3. РД 52.18.597-98 Методические указания. Аккредитация лабораторий (центров) мониторинга загрязнения окружающей природной среды. Общие требования к «Положению об аккредитованной лаборатории (центре)».
4. РД 52.18.598-98 Методические указания. Аккредитация лабораторий (центров) мониторинга загрязнения окружающей природной среды. Общие требования к «руководству по качеству аккредитованной лаборатории (центра)».
5. РД 52.18.599-98 Инструкция. Аккредитация лабораторий (центров) мониторинга загрязнения окружающей природной среды. Порядок проведения инспекционного контроля аккредитованной лаборатории (центра).