
**Качество воды. Определение 16
полициклических ароматических
углеводородов (ПАУ) в воде. Метод с
применением газовой хроматографии
с масс спектрометрическим
определением (ГХ-МС)**

*Water quality — Determination of 16 polycyclic aromatic hydrocarbons
(PAH) in water — Method using gas chromatography with mass
spectrometric detection (GC-MS)*

[ISO 28540:2011](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/e97873a0-4177-45f1-b2f4-01f50d98ce47/iso-28540-2011)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/e97873a0-4177-45f1-b2f4-01f50d98ce47/iso-28540-2011>

Ответственность за подготовку русской версии несёт GOST R
(Российская Федерация) в соответствии со статьёй 18.1 Устава ISO



Ссылочный номер
ISO 28540:2011(R)

Отказ от ответственности при работе в PDF

Настоящий файл PDF может содержать интегрированные шрифты. В соответствии с условиями лицензирования, принятыми фирмой Adobe, этот файл можно распечатать или смотреть на экране, но его нельзя изменить, пока не будет получена лицензия на установку интегрированных шрифтов в компьютере, на котором ведется редактирование. В случае загрузки настоящего файла заинтересованные стороны принимают на себя ответственность за соблюдение лицензионных условий фирмы Adobe. Центральный секретариат ISO не несет никакой ответственности в этом отношении.

Adobe - торговый знак Adobe Systems Incorporated.

Подробности, относящиеся к программным продуктам, использованным для создания настоящего файла PDF, можно найти в рубрике General Info файла; параметры создания PDF оптимизированы для печати. Были приняты во внимание все меры предосторожности с тем, чтобы обеспечить пригодность настоящего файла для использования комитетами – членами ISO. В редких случаях возникновения проблемы, связанной со сказанным выше, просим информировать Центральный секретариат по адресу, приведенному ниже.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 28540:2011

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/e97873a0-4177-45f1-b2f4-01f50d98ce47/iso-28540-2011>



ДОКУМЕНТ ЗАЩИЩЕН АВТОРСКИМ ПРАВОМ

© ISO 2011

Все права сохраняются. Если не указано иное, никакую часть настоящей публикации нельзя копировать или использовать в какой-либо форме или каким-либо электронным или механическим способом, включая фотокопии и микрофильмы, без предварительного письменного согласия ISO, которое должно быть получено после запроса о разрешении, направленного по адресу, приведенному ниже, или в комитет-член ISO в стране запрашивающей стороны.

ISO copyright office
Case postale 56 • CH-1211 Geneva 20
Tel. + 41 22 749 01 11
Fax + 41 22 749 09 47
E-mail copyright@iso.org
Web www.iso.org

Опубликовано в Швейцарии

Содержание

Страница

Предисловие.....	iv
Введение	v
1 Область применения	1
2 Нормативные ссылки	1
3 Термины и определения	1
4 Сущность метода.....	2
5 Помехи	4
6 Реактивы	5
7 Аппаратура.....	8
8 Отбор проб.....	9
9 Проведения испытания.....	10
10 Градуировка.....	12
11 Измерение проб	13
12 Идентификация	14
13 Расчет	15
14 Представление результатов	18
15 Протокол испытания.....	18
Приложение А (информативное) Примеры условий для ГХ-МС.....	20
Приложение В (информативное) Прецизионность и точность	21
Приложение С (информативное) Примеры конструкции специального аппарата	24
Приложение D (информативное) Пример хроматограмм.....	26
Приложение Е (информативное) Экстракция с помощью экстракционных дисков	28
Библиография.....	29

Предисловие

Международная организация по стандартизации (ISO) представляет собой всемирную федерацию, состоящую из национальных органов по стандартизации (комитеты-члены ISO). Работа по разработке международных стандартов обычно ведется техническими комитетами ISO. Каждый комитет-член, заинтересованный в теме, для решения которой образован данный технический комитет, имеет право быть представленным в этом комитете. Международные организации, правительственные и неправительственные, поддерживающие связь с ISO, также принимают участие в работе. ISO тесно сотрудничает с Международной электротехнической комиссией (IEC) по всем вопросам стандартизации в области электротехники.

Международные стандарты разрабатываются в соответствии с правилами, приведенными в Части 2 Директив ISO/IEC.

Основное назначение технических комитетов заключается в разработке международных стандартов. Проекты международных стандартов, принятые техническими комитетами, направляются комитетам-членам на голосование. Для их опубликования в качестве международных стандартов требуется одобрение не менее 75 % комитетов-членов, участвовавших в голосовании.

Внимание обращается на тот факт, что отдельные элементы данного документа могут составлять предмет патентных прав. ISO не несет ответственность за идентификацию каких бы то ни было или всех подобных патентных прав.

ISO 28540 был подготовлен Техническим комитетом ISO/TC 147, *Качество воды*, Подкомитетом SC 2, *Физические, химические и биохимические методы*.

[ISO 28540:2011](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/e97873a0-4177-45f1-b2f4-01f50d98ce47/iso-28540-2011)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/e97873a0-4177-45f1-b2f4-01f50d98ce47/iso-28540-2011>

Введение

Полициклические ароматические углеводороды (ПАУ) встречаются практически в любом типе воды, эти вещества адсорбируются на поверхностях твердых веществ (осадки, суспендированный материал), а также растворяются в жидкой фазе.

ISO 17993^[7] устанавливает методы определения 15 ПАУ методом высокоэффективной жидкостной хроматографии в питьевой воде, грунтовых водах и поверхностных водах.

ISO 7981-1^[3] и ISO 7981-2^[4] устанавливают методы определения 6 ПАУ методом высокоэффективной тонкослойной хроматографии или методом высокоэффективной жидкостной хроматографии в питьевой воде и грунтовых водах.

В настоящем международном стандарте описывается метод определения не менее 16 ПАУ с помощью газовой хроматографии с масс-спектрометрическим определением (ГХ-МС = GC-MS) в питьевой воде, грунтовых и поверхностных водах.

Известно, что некоторые ПАУ являются или могут являться канцерогенами. В ряде стран установлены предельно допустимые концентрации. Например, Директива Европейского Совета 98/83/ЕС по качеству воды, предназначенной для потребления людьми (Ссылка [10]) установила предельно допустимую концентрацию для бензо[а]пирена на уровне 0,010 мкг/л, а для суммы четырех установленных ПАУ (бензо[б]флуорантен, бензо[к]флуорантен, бензо[ghi]перилен, индено[1,2,3-сd]пирен) на уровне 0,100 мкг/л.

(standards.iteh.ai)

ISO 28540:2011

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/e97873a0-4177-45f1-b2f4-01f50d98ce47/iso-28540-2011>

Качество воды. Определение 16 полициклических ароматических углеводородов (ПАУ) в воде. Метод с применением газовой хроматографии с масс-спектрометрическим определением (ГХ-МС)

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ — Лица, пользующиеся данным международным стандартом, должны быть знакомы с обычной лабораторной практикой. Целью настоящего стандарта не является рассмотрение всех проблем безопасности, связанных с его использованием. Пользователь сам несет ответственность за установление соответствующих правил безопасности и охраны здоровья и обеспечение соблюдения требований национальных регламентов.

ВЕИМАНИЕ! — Самое главное, чтобы испытания в соответствии с требованиями данного международного стандарта выполнялись специально подготовленным персоналом.

1 Область применения

Настоящий международный стандарт устанавливает метод определения не менее 16 выбранных ПАУ (см. Таблицу 1) в питьевой воде и грунтовых водах в массовых концентрациях выше 0,005 мкг/л и в поверхностных водах в массовых концентрациях выше 0,01 мкг/л (для каждого отдельного соединения).

Настоящий международный стандарт можно применить к пробам, содержащим до 150 мг/л суспендированного вещества.

Данный метод, с небольшими модификациями, также подходит для анализа сточных вод. Возможно, данный метод применим к другим ПАУ, при условии его подтверждения в каждом отдельном случае.

2 Нормативные ссылки

Следующие ссылочные документы обязательны для применения данного документа. Для датированных ссылок применяется только указанное издание. Для недатированных ссылок применяется самое последнее издание указанного документа (включая все изменения).

ISO 5667-1, *Качество воды. Отбор проб. Часть 1. Руководство по разработке программ пробоотбора и методов пробоотбора*

ISO 5667-3, *Качество воды. Отбор проб. Часть 3. Сохранение образцов и обращение с ними*

ISO 8466-1, *Качество воды. Калибровка и оценка аналитических методов и эффективности. Часть 1. Статистическая оценка линейной калибровочной функции*

3 Термины и определения

В настоящем документе используются следующие термины и определения.

3.1

аналит

analyte

анализируемое вещество

[ISO 15089:2000^[5], 3.2]

ПРИМЕЧАНИЕ Вещества, определяемые методом, описанным в данном стандарте, перечислены в Таблице 1.

3.2
градуировочный раствор
calibration solution

раствор, приготовленный из вторичного стандарта и/или исходных растворов и применяемый для градуировки отклика прибора по отношению к концентрации аналита

[ISO 18073:2004^[8], 3.1.2]

3.3
диагностический (тестовый) ион для определения методом ГХ-МС
GC-MS determination diagnostic ion

выбранный фрагмент- или молекулярный ион целевого вещества с максимально высокой специфичностью

3.4
вводимый стандарт
injection standard

стандартная смесь, добавляемая в пробу перед вводом в прибор ГХ-МС, для наблюдения изменчивости отклика прибора и расчета возврата внутреннего стандарта

ПРИМЕЧАНИЕ В настоящем международном стандарте вводимая стандартная смесь содержит ПАУ, маркированный изотопом.

3.5
внутренний стандарт
internal standard

ПАУ, маркированный изотопом, или ПАУ, который вряд ли присутствует в пробе, добавляемый в пробу до экстрагирования, по которому рассчитывают концентрации содержащихся в пробе веществ

3.6
выбранный режим мониторинга/регистрации ионов
selected ion monitoring/recording mode
SIM/SIR

измерение интенсивности только выбранных диагностических ионов

ПРИМЕЧАНИЕ Заимствовано из ISO 22892:2006^[9], 3.8.

4 Сущность метода

Углеводороды ПАУ (см. Таблицу 1), присутствующие в пробе воды, экстрагируют из пробы воды методом экстракции жидкость-жидкость гексаном. Смесь внутренних стандартов добавляют в пробу до экстракции. Экстракт концентрируют выпариванием, а остаток забирают растворителем, подходящим для очистки или анализа ГХ.

ПРИМЕЧАНИЕ 1 Можно использовать другие летучие растворители, а также, если доказано, что получается равный или лучший возврат (массовая доля возврата от 70 % до 110 %).

Метод экстракции жидкость-жидкость не применяется в пробах, содержащим более 150 мг/л суспендированного вещества.

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ — Применение данного международного стандарта может включать опасные материалы, операции и оборудование. Целью настоящего стандарта не является рассмотрение всех проблем безопасности, связанных с его использованием. Пользователь сам несет ответственность за установление соответствующих правил безопасности и охраны здоровья и обеспечение соблюдения требований национальных регламентов перед применением данного стандарта.

ПРИМЕЧАНИЕ 2 Для проб, содержание суспендированного вещества в которых превышает 150 мг/л, можно использовать методику, описанную в ISO 17858:2007^[6], 4.1, 4.2 и 4.3.

При необходимости экстракты проб поверхностных вод можно очищать перед анализом на хроматографической колонке. Перед вводом в прибор вводимые стандарты добавляют в каждый экстракт и вводят аликвотное количество экстракта в газовый хроматограф.

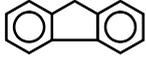
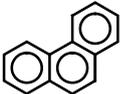
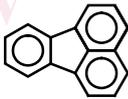
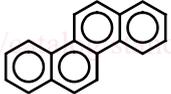
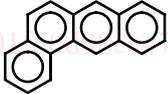
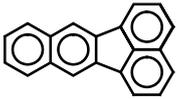
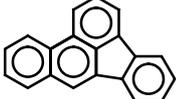
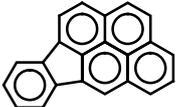
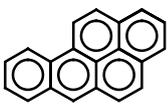
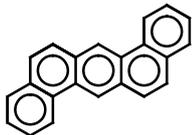
ПАУ разделяют на подходящей капиллярной колонке из плавленого кварца, покрытой пленкой сшитого неполярного полисилоксана или модифицированного полисилоксана небольшой полярности с эффективным разделением. Колонка должна быть пригодна для разделения бензо[а]пирена и бензо[е]пирена. Идентификацию и количественное определение выполняют с помощью масс-спектрометрии, используя ионизацию электронным ударом (EI).

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO 28540:2011](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/e97873a0-4177-45f1-b2f4-01f50d98ce47/iso-28540-2011)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/e97873a0-4177-45f1-b2f4-01f50d98ce47/iso-28540-2011>

Таблица 1 — Полициклические ароматические углеводороды, определяемые настоящим международным стандартом

Наименование Химическая формула Молекулярная масса % углерода Номер по CAS	Структура	Наименование Химическая формула Молекулярная масса % углерода Номер по CAS	Структура
Нафталин $C_{10}H_8$ 128,17 г/моль 93,75 % C 91-20-3		Флуорен $C_{13}H_{10}$ 166,22 г/моль 93,59 % C 86-73-7	
Аценафтилен $C_{12}H_8$ 152,20 г/моль 94,6 % C 208-96-8		Аценафтен $C_{12}H_{10}$ 154,21 г/моль 93,05 % C 83-32-9	
Антрацен $C_{14}H_{10}$ 178,23 г/моль 94,05 % C 120-12-7		Фенантрен $C_{14}H_{10}$ 178,23 г/моль 94,05 % C 85-01-8	
Пирен $C_{16}H_{10}$ 202,26 г/моль 95,0 % C 129-00-0		Флуорантен $C_{16}H_{10}$ 202,26 г/моль 95,0 % C 206-44-0	
Кризен $C_{18}H_{12}$ 228,29 г/моль 94,45 % C 218-01-9		Бензо[а]антрацен $C_{18}H_{12}$ 228,29 г/моль 94,45 % C 56-55-3	
Бензо[к]флуорантен ^а $C_{20}H_{12}$ 252,32 г/моль 95,2 % C 207-08-9		Бензо[б]флуорантен ^а $C_{20}H_{12}$ 252,32 г/моль 95,2 % C 205-99-2	
Индено[1,2,3-сd]пирен ^а $C_{22}H_{12}$ 276,34 г/моль 95,6 % C 193-39-5		Бензо[а]пирен ^а $C_{20}H_{12}$ 252,32 г/моль 95,2 % C 50-32-8	
Бензо[ghi]перилен ^а $C_{22}H_{12}$ 276,34 г/моль 95,6 % C 191-24-2		Дибензо[а,h]антрацен ^а $C_{22}H_{14}$ 278,35 г/моль 94,7 % C 53-70-3	

^а Соединение, установленное Директивой Европейского Совета 98/93/EC (Ссылка [10]).

5 Помехи

5.1 Помехи при отборе проб, экстракции и концентрировании

Контейнеры для отбора проб используют изготовленные из материалов, которые не повлияют на

содержание аналита за время контакта (предпочтительно из нержавеющей стали или стекла). Необходимо избегать контакта с пластмассами и органическим материалом во время пробоотбора, хранения проб или экстракции. Необходимо также с осторожностью обращаться с моющими средствами для очистки контейнеров, поскольку они могут способствовать образованию эмульсий при экстракции жидкость-жидкость.

Если используются автоматические пробоотборники, необходимо избегать применения силиконовых или резиновых материалов для изготовления трубок. Если такие материалы присутствуют, необходимо свести к минимуму время контакта с пробами. Промывают пробоотборную линию опробуемой водой перед тем, как взять пробу для анализов. В качестве руководства пользуются стандартами ISO 5667-1 и ISO 5667-3.

Пробы хранят в местах, защищенных от прямого солнечного света и продолжительного нахождения на свету. Держат пробы в контейнерах из темного (янтарного) стекла. Для этого также подходят прозрачные бутылки, но тогда их необходимо держать в темном месте.

При хранении проб для анализа могут произойти потери ПАУ за счет адсорбции на стенках контейнеров. Степень потерь может зависеть от времени хранения.

5.2 Помехи для ГХ-МС

Вещества, элюирующие совместно с целевыми ПАУ, могут помешать определению. Такие помехи могут привести к неполному разрешению сигналов и, в зависимости от интенсивности помех, могут повлиять на точность и прецизионность результатов анализа. Несимметричные пики и пики, более широкие чем соответствующие пики контрольных вещества указывают на помехи.

Хроматографическое разделение дибензо[*a,h*]антрацена и индено[1,2,3-*cd*]пирена является наиболее критичным. За счет разности их молекулярных масс количественное определение можно осуществить посредством масс-селективного обнаружения. Если замечено неполное разрешение, необходимо проверить интегрирование пиков и, если необходимо, подкорректировать базовую линию. Достаточное разрешение (например, не менее $R = 0,8$) между пиками бензо[*b*]флуорантена и бензо[*k*]флуорантена, а также бензо[*a*]пирена и бензо[*e*]пирена не может служить критерием качества капиллярной колонки. Бензо[*j*]флуорантен невозможно отделить от бензо[*k*]флуорантен и бензо[*b*]флуорантена. Иногда трифенилен не полностью разделяется с бензо[*a*]антраценом и кризеном. Если такое произошло, этот факт необходимо отразить в протоколе испытания.

ПРИМЕЧАНИЕ Бензо[*j*]флуорантен, бензо[*e*]пирен, и трифенилен не входят в число 16 целевых аналитов.

6 Реактивы

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ— Применение данного международного стандарта может включать опасные материалы, операции и оборудование. Целью настоящего стандарта не является рассмотрение всех проблем безопасности, связанных с его использованием. Пользователь сам несет ответственность за установление соответствующих правил безопасности и охраны здоровья и обеспечение соблюдения требований национальных регламентов перед применением данного стандарта.

В ходе анализа, если нет иных установок, используют реактивы только признанной аналитической чистоты, марки “для анализа остатка” или “для газовой хроматографии”, в зависимости от рассматриваемого случая, и дистиллированную или деминерализованную воду, или воду равноценной чистоты. В ином случае необходимо особенно внимательно следить за тем, чтобы каждая партия растворителей не содержала добавок, оказывающих влияние на результат.

6.1 Пентагидрат тиосульфата натрия, $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, для дехлорирования.

6.2 Растворители.

6.2.1 Гексан, C_6H_{14} .

6.2.2 Ацетонитрил, CH_3CN .

6.2.3 Ацетон, $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$.

6.2.4 Декан, $\text{C}_{10}\text{H}_{22}$.

6.2.5 Изооктан, C_8H_{18} .

6.2.6 Дихлорметан, CH_2Cl_2 .

6.3 Сульфат натрия, Na_2SO_4 , безводный, предварительно очищенный нагреванием до $500\text{ }^\circ\text{C}$ в течение 4 ч или не содержащий мешающих веществ.

6.4 Газы.

6.4.1 Азот, объемная доля 99,999 %, для выпаривания экстрактов.

6.4.2 Гелий, объемная доля 99,999 % для газовой хроматографии.

6.5 Стандарты.

6.5.1 Контрольные вещества (см. Таблицу 2) и внутренние стандарты.

Выбирают внутренние стандарты с такими физическими и химическими свойствами (например, поведение при экстракции, время удерживания), чтобы они были аналогичны анализируемым соединениям.

Используют не менее трех внутренних стандартов, например, три меченных дейтерием ПАУ, для оценки результатов (см. Разделы 11 и 12). Регулярно верифицируют стабильность внутренних стандартов. Таблица 2 содержит определяемые содержащиеся в воде ПАУ и ряд меченных дейтерием ПАУ, которые можно использовать. Внутренние стандарты добавляют в пробу перед экстракцией, поэтому берут их в форме раствора в водорастворимом растворителе.

ПРИМЕЧАНИЕ 1 Стандарты ПАУ, меченные изотопом ^{13}C , также можно использовать в качестве внутренних стандартов.

ПРИМЕЧАНИЕ 2 Сертифицированные растворы ПАУ и отдельные твердые ПАУ аттестованной чистоты можно получить у определенных поставщиков¹⁾ или у провайдеров.

Ввиду опасного характера этих веществ, рекомендуется использовать имеющиеся в продаже, предпочтительно сертифицированные, стандартные растворы. Следует избегать контакта с кожей.

6.5.2 Вводимый стандарт.

Добавляют маркированное изотопом неполярное вещество в конечный экстракт и в градуировочные растворы (6.8), перед тем, как ввести пробу в прибор ГХ-МС, чтобы проверить возврат внутренних стандартов.

Готовят исходный раствор вводимого стандарта в подходящем растворителе массовой концентрацией $\rho \approx 10$ мкг/мл.

1) Институт стандартных образцов и измерений (Institute for Reference Materials and Measurements (IRMM)), Geel, Belgium, Национальный институт науки и технологии (National Institute of Science and Technology (NIST)), Washington DC, USA и Кембриджская лаборатория изотопов (Cambridge Isotope Laboratory (CIL)), Andover, MA, USA, являются примерами поставщиков. Эта информация дается только для удобства пользователей настоящего международного стандарта и не указывает на предпочтение со стороны ISO.

6.6 исходные растворы отдельных веществ.

Готовят растворы отдельных веществ (см. Таблицу 1) в подходящем растворителе, например, гексане (6.2.1) или ацетонитриле (6.2.2), массовой концентрации $\rho \approx 200$ мкг/мл.

Эти растворы можно использовать для подтверждения и идентификации отдельных ПАУ на хроматограмме.

6.7 Исходный раствор нескольких веществ.

Разбавляют достаточный объем (например, 5 мл) исходных растворов отдельных веществ (6.6) в мерной колбе с одной меткой (7.14, например, вместимостью 100 мл) подходящим растворителем, например, гексаном (6.2.1) или ацетонитрилом (6.2.2), чтобы приготовить раствор массовой концентрацией $\rho \approx 10$ мкг/мл.

Альтернативно можно использовать имеющиеся в продаже (сертифицированные) комбинированные и смешанные растворы, содержащие только одно или несколько контрольных веществ (см. Таблицу 1) при подходящей массовой концентрации соответствующего отдельного вещества, например, 10 мкг/мл в подходящем растворителе, таком как ацетонитриле (6.2.2) или гексане (6.2.1).

Растворы 6.5 – 6.стабильны в течение не менее 1 года при хранении в темном месте при комнатной температуре, защищенными от испарения. Регулярно проверяют стабильность стандартного раствора. Для этого в лаборатории должны иметься независимые растворы для контроля качества.

Таблица 2 — Собственные ПАУ и меченные дейтерием ПАУ

Контрольные ПАУ	Меченные дейтерием, внутренние стандарты ПАУ
Нафталин (CAS No. 91-20-3)	Нафталин -d8 (CAS No. 1146-65-2)
Аценафтен (CAS No. 83-32-9)	Аценафтен-d10 (CAS No. 15067-26-2)
Аценафтилен (CAS No. 208-96-8)	Аценафтилен -d8 (CAS No. 93951-97-4)
Флуорен (CAS No. 86-73-7)	Флуорен -d10 (CAS No. 81103-79-9)
Антрацен (CAS No. 120-12-7)	Антрацен-d10 (CAS No. 1719-06-8)
Фенантрен (CAS No. 85-01-8)	Фенантрен -d10 (CAS No. 1517-22-2)
Флуорантен (CAS No. 206-44-0)	Флуорантен-d10 (CAS No. 93951-69-0)
Пирен (CAS No. 129-00-0)	Пирен-d10 (CAS No. 1718-52-1)
Бензо[а]антрацен (CAS No. 56-55-3)	Бензо[а]антрацен-d12 (CAS No. 1718-53-2)
Кризен (CAS.No. 218-01-9)	Кризен-d12 (CAS No. 1719-03-5)
Бензо[б]флуорантен (CAS No. 205-99-2)	Бензо[б]флуорантен-d12 (CAS No. 93951-98-5)
Бензо[і]флуорантен ^а (CAS No. 205-82-3)	
Трифенилен ^а (CAS No 217-59-4)	
Бензо[к]флуорантен (CAS No. 207-08-9)	Бензо[к]флуорантен-d12 (CAS No. 93952-01-3)
Бензо[а]пирен (CAS No. 50-32-8)	Бензо[а]пирен-d12 (CAS No. 63466-71-7)
Бензо[е]пирен ^а (CAS No. 192-97-2)	
Индено[1,2,3-сd]пирен (CAS No. 193-39-5)	Индено [1,2,3-сd]пирен-d12 (CAS No. 203578-33-0)
Дибензо[а, h]антрацен (CAS No. 53-70-3)	Дибензо[а, h]антрацен-d14 (CAS No. 13250-98-1)
Бензо[ghi]перилен (CAS No. 191-24-2)	Бензо[ghi]перилен-d12 (CAS No. 93951-66-7)
^а Ни один из 16 целевых аналитов; используемых только для проверки разрешения, не подходит.	