Государственное санитарно-эпидемиологическое нормирование Российской Федерации

1.2. ГИГИЕНА, ТОКСИКОЛОГИЯ, САНИТАРИЯ

Порядок выявления и идентификации наноматериалов в водоёмах

Методические указания
МУ 1.2.2875—11

Издание официальное

Москва • 2011

gost.e-ecolog.ru

Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека

1.2. ГИГИЕНА, ТОКСИКОЛОГИЯ, САНИТАРИЯ

Порядок выявления и идентификации наноматериалов в водоёмах

Методические указания
МУ 1.2.2875—11

ББК 51.2
П59

П59 **Порядок** выявления и идентификации наноматериалов в водоёмах: Методические указания.—М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2011.—30 с.

ISBN 978—5—7508—1046—8

1. Разработаны Федеральной службой по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека (Г. Г. Онищенко, Т. Ю. Зависта́ева); Федеральным государственным учреждением науки «Федеральный научный центр гигиены им. Ф. Ф. Эрисмана» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека (А. И. Потапов, В. Н. Ракитский, А. В. Тулакин, Г. В. Цыплакова, Г. П. Амплеева, М. М. Сайфутдинов, Е. Ф. Горшкова, Л. Ф. Морозова, И. С. Тюленева); Учреждением Российской академии медицинских наук Научно-исследовательским институтом питания (В. А. Тутельян, И. В. Гмошинский, С. А. Хотимченко, Е. А. Арианова, В. В. Бессонов, М. М. Гаппаров, Р. В. Распопов, В. В. Смирнова, О. Н. Тананова, А. А. Шумакова, О. И. Передеряев, А. А. Казак); Учреждением Российской академии наук Институтом проблем экологии и эволюции им. А. Н. Северцова (Д. С. Павлов, Ю. Ю. Дгебуадзе, Е. Ю. Крысанов, Т. Б. Демидова, А. В. Купцов); Федеральным государственным унитарным предприятием «Всероссийский научно-исследовательский институт метрологической службы» (С. А Кононогов, С. С. Голубев); Учреждением Российской академии наук Центр «Биоинженерия» (К. Г. Скрябин, О. А. Зейналов, Н. В. Равин, С. П. Комбарова); Учреждением Российской Академии наук Институтом биохимии им. А. Н. Баха (В. О. Попов, Б. Б. Дзантиев, А. В. Жердев, И. В. Сафенкова, О. Д. Гендриксон); ФБУЗ «Федеральный центр гигиены и эпидемиологии» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека (А. И. Верещагин, А. А. Катуркина); ООО «Интерлаб» (А. Н. Веденин, Г. В. Казыдуб).

Разработаны в рамках Федеральной целевой программы «Развитие инфраструктуры наноиндустрии в Российской Федерации на 2008—2011 годы».

2. Утверждены Руководителем Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации Г. Г. Онищенко 17 июня 2011 г.

3. Введены в действие с момента утверждения.

4. Введены впервые.

ББК 51.2

© Роспотребнадзор, 2011
© Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2011

Содержание

I. Область применения 4
II. Нормативные ссылки 5
III. Общие положения 6
IV. Порядок выявления и идентификации наноматериалов в водоемах 10
V. Рекомендуемые методы выявления и идентификации искусственных наноматериалов в водоемах 12
Приложение 1. Форма протокола эксперимента по выявлению и идентификации наноматериалов в водоемах 17
Приложение 2. Схемы проведения экспериментов по электронно-микроскопической визуализации и идентификации наночастиц в водоёмах (в соответствии с МР 1.2.2639—10, п.п. 6.3—6.4) 18
Приложение 3. Термины и определения 27
Приложение 4. Обозначения и сокращения 30

УТВЕРЖДАЮ
Руководитель Федеральной службы
по надзору в сфере защиты прав
потребителей и благополучия человека,
Главный государственный санитарный
врач Российской Федерации
Г. Г. Онищенко
17 июня 2011 г.
Дата введения: с момента утверждения

1.2. ГИГИЕНА, ТОКСИКОЛОГИЯ, САНИТАРИЯ

Порядок выявления и идентификации наноматериалов в водоёмах

Методические указания МУ 1.2.2875—11

I. Область применения

1.1. Настоящие методические указания определяют порядок и методы выявления и идентификации наноматериалов в водоёмах в ходе мониторинга состояния окружающей среды, подвергаемой воздействию выбросов, содержащих наноматериалы.

1.2. Настоящие методические указания применяются в ходе проведения контроля за содержанием наноматериалов в водных объектах в целях принятия решений по оценке рисков, связанных с воздействием наночастиц и наноматериалов на организм человека и объекты окружающей среды.

1.3. Методические указания разработаны с целью обеспечения единства измерений и адаптации имеющихся методов и средств измерений в ходе оценки безопасности наноматериалов и нанотехнологий для состояния здоровья человека, состояния окружающей среды, компонентов естественных водных биоценозов.

1.4. Методические указания предназначены для органов и организаций, осуществляющих государственный санитарно-эпидемиологический надзор, а также для юридических и физических лиц, деятельность которых связана с производством, использованием наноматериалов и оценкой их безопасности.

II. Нормативные ссылки

2.1. Федеральный закон от 30 марта 1999 г. № 52-ФЗ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения».

2.2. Федеральный закон от 26 июня 2008 г. № 102-ФЗ «Об обеспечении единства измерений».

2.3. Федеральный закон от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании».

2.4. Федеральный закон от 10 января 2002 г. № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды».

2.5. Постановление Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 23 июля 2007 г. № 54 «О надзоре за продукцией, полученной с использованием нанотехнологий и содержащей наноматериалы».

2.6. Постановление Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 31 октября 2007 г. № 79 «Об утверждении Концепции токсикологических исследований, методологии оценки риска, методов идентификации и количественного определения наноматериалов».

2.7. Приказ Министерства здравоохранения Российской Федерации от 19 июня 2003 г. № 267 «Об утверждении Правил лабораторной практики».

2.8. Приказ Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека от 19 июля 2007 г. № 224 «О санитарно-эпидемиологических экспертизах, обследованиях, исследованиях, испытаниях и токсикологических, гигиенических и иных видах оценок».

2.9. СанПиН 2.1.5.980—00 «Гигиенические требования к охране поверхностных вод».

2.10. СанПиН 2.1.4.1074—01 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества».

2.11. СП 2.2.2.1327—03 «Гигиенические требования к организации технологических процессов, производственному оборудованию и рабочему инструменту».

2.12. СП 2.1.5.1059—01 «Гигиенические требования к охране подземных вод от загрязнения».

2.13. СанПиН 2.6.1.2523—09 «Нормы радиационной безопасности. НРБ-99/2009».

2.14. ГН 1.2.2633—10 «Гигиенические нормативы содержания приоритетных наноматериалов в объектах окружающей среды».

2.15. МУ 1.2.2520—09 «Токсиколого-гигиеническая оценка безопасности наноматериалов».

2.16. МУ 1.2.2743—10 «Порядок отбора проб для выявления и идентификации наноматериалов в водных объектах».

2.17. МР 1.2.2566—09 «Оценка безопасности наноматериалов *in vitro* и в модельных системах *in vivo*».

2.18. МР 1.2.2641—10 «Определение приоритетных видов наноматериалов в объектах окружающей среды, пищевых продуктах и живых организмах».

2.19. МР 1.2.2639—10 «Использование методов количественного определения наноматериалов на предприятиях наноиндустрии».

2.20. МР 1.2.2522—09 «Методические рекомендации по выявлению наноматериалов, представляющих потенциальную опасность для здоровья человека».

2.21. ГОСТ 8.207—76 «Государственная система обеспечения единства измерений. Прямые измерения с многократными наблюдениями. Методы обработки результатов наблюдений. Основные положения».

2.22. ГОСТ 30333—2007 «Паспорт безопасности химической продукции. Общие требования».

2.23. ГОСТ 12.0.004—79 «ССБТ. Организация обучения работающих безопасности труда. Общие положения».

2.24. ГОСТ 12.1.007—76 «Вредные вещества. Классификация и общие требования».

2.25. ГОСТ 7.32—2001 «Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления».

2.26. ГОСТ Р 51592—2000 «Вода. Общие требования к отбору проб».

2.27. ГОСТ 17.1.5.05—85 «Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к отбору проб поверхностных и морских вод, льда и атмосферных осадков».

2.28. ГОСТ 17.1.3.08—82 «Охрана природы. Гидросфера. Правила контроля качества морских вод».

III. Общие положения

3.1. Выявление и идентификация наноматериалов в водных объектах проводится в целях обеспечения безопасности хозяйственно-питьевого, культурно-бытового и рыбохозяйственного водопользования, предотвращения и/или снижения риска для возникновения заболеваний при водопользовании населения с учетом свойств и разнообразных условий применения наноматериалов.

3.2. Комплексная антропогенная нагрузка водных объектов наноматериалами определяется качественными и количественными характеристиками промышленных, сельскохозяйственных, городских сточных вод, поступающих в водоем, а также сбросом ливневых сточных вод.

3.3. Загрязнение подземных вод наноматериалами возможно при проведении буровых работ, добыче полезных ископаемых открытыми разрезами, карьерами и шахтным способом, закачке в глубокие и продуктивные горизонты буровых растворов, жидких отходов (сточных вод) нанотехнологических производств, организации и эксплуатации полигонов твердых бытовых и промышленных отходов, шламохранилищ, при осуществлении хозяйственной и иной деятельности в пределах зон санитарной охраны источников питьевого водоснабжения, строительстве гидротехнических сооружений, изменяющих условия питания и разгрузки подземных вод.

3.4. Попадание наноматериалов в питьевую воду может происходить в результате поступления их в источники водоснабжения в ходе хозяйственной деятельности человека, применения в качестве конструкционных элементов оборудования (изоляционные материалы, лаки, краски, прокладки, герметики), конструкционных материалов (трубы, емкости для хранения воды), реагентов, добавляемых в воду при водоподготовке, в составе фильтрующих материалов.

3.5. С целью оперативного реагирования на опасность появления загрязнения наноматериалами водных объектов следует ориентироваться на показатели, критериями выбора которых служат данные о характере хозяйственной деятельности, расчеты прогнозируемого загрязнения водных объектов с учетом действующих, строящихся и намечаемых к строительству хозяйственных и иных объектов, а также рассредоточенных источников загрязнения, включая выпадение загрязнений из атмосферы, данные о фоновом загрязнении водных объектов, геохимических особенностях территорий.

3.6. Система мер, обеспечивающих санитарную охрану водных объектов от загрязнения наночастицами и наноматериалами, предусматривает:

- гигиеническое нормирование наноматериалов в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования;
- организацию и эксплуатацию зон санитарной охраны источников централизованного питьевого водоснабжения;
- регламентирование различных видов хозяйственной или иной деятельности, оказывающих влияние на состояние водного объекта, в т. ч. и на перспективу;

• экспертизу технологий, проектов строительства, реконструкции объектов, влияющих на состояние водных объектов;

• привлечение к ответственности, предусмотренной законодательством Российской Федерации.

3.7. Техногенная нагрузка на водный объект оценивается по суммарному показателю химического загрязнения воды и вычисляется по сумме отношений фактических концентраций каждого из присутствующих в воде веществ в наноформе к соответствующей их ПДК или ОДУ (при их наличии).

3.8. Сопоставление реальных уровней содержания наноматериалов в воде с их ПДК или ОДУ позволяет судить, в какой мере вредны и при каких условиях могут быть безвредными загрязнения, а также оценить эффективность водоохранных мероприятий.

3.9. При отсутствии гигиенических нормативов для наноматериалов впредь до их установления следует временно ориентироваться на величины ОДУ или ПДК для их традиционных аналогов.

3.10. При установлении ПДК учитывается три признака вредности: органолептический, токсикологический и общесанитарный. В качестве ПДК с указанием лимитирующего признака вредности рекомендуется минимальная из трех величин.

3.11. Оценка величины экспозиции человека наноматериалами, присутствующими в питьевой воде, определяется соответствием нормативам по содержанию веществ в наноформе, поступающих и образующихся в воде в процессе ее обработки в системе водоснабжения, по содержанию веществ, поступающих в источники водоснабжения в результате хозяйственной деятельности человека.

3.12. Наноматериалы, присутствующие в питьевой воде, не должны:

• ухудшать органолептические свойства воды;

• приводить к поступлению в воду соединений традиционной формы дисперсности в опасных для здоровья населения концентрациях;

• оказывать влияние на рост микрофлоры в воде и/или конструкционных материалах;

• образовывать соединения и/или продукты трансформации в опасных для здоровья населения концентрациях.

3.13. При оценке безопасности наноматериалов, содержащихся в питьевой воде, следует учитывать данные о потенциальной опасности наноматериалов для здоровья человека, определяемые на основе известных особенностей физико-химических и биологических, в т. ч. токсических, свойств наночастиц и наноматериалов, их геометрических характеристик, размера, формы, числа наночастиц, величины площади по-

верхности, реакционной способности. Потенциальная опасность наноматериалов определяется на основе перечисленных данных согласно МР 1.2.2522—09.

3.14. Исследования по выявлению и идентификации наноматериалов в воде проводятся в лабораториях, аккредитованных в установленном порядке.

3.15. Критериями аккредитации лабораторий являются: наличие нормативной документации, устанавливающей требования к испытуемым объектам; наличие стандартных образцов наноматериалов; использование стандартизованных методик определения показателей качества исследуемого объекта; наличие аттестованных и поверенных в установленном порядке средств измерений для контроля качества объекта по исследуемым показателям; наличие системы повышения квалификации сотрудников лаборатории.

3.16. Проведение исследований по определению наноматериалов в водных объектах определяется правилами надлежащей лабораторной практики.

3.17. На все производственные операции, включая: поступление, идентификацию, маркировку, отбор, обработку проб, использование и хранение исследуемых проб, хранение стандартов; обслуживание и калибровку измерительных приборов и оборудования для контроля содержания наноматериалов в воде; приготовление реактивов, ведение записей, отчетов и их хранение; обслуживание помещений; обезвреживание и утилизацию наноматериалов и содержащих их образцов (если это необходимо); осуществление программы по обеспечению качества - разрабатываются Стандартные операционные процедуры (СОП).

3.18. Соблюдение СОП осуществляется в целях обеспечения качества, достоверности и воспроизводимости результатов исследований.

3.19. Калибровка измерительной аппаратуры при количественном определении наноматериалов должна проводиться с применением стандартных образцов наноматериалов по показателям химического состава (включая наличие примесей), размеру и форме частиц, удельной площади поверхности, типу кристаллической структуры. Результаты проведения калибровки измерительной аппаратуры фиксируются в специальном журнале.

3.20. Каждый стандартный образец должен быть оснащен «Паспортом безопасности наноматериалов», который составляется в соответствии с ГОСТ 30333—2007 «Паспорт безопасности химической продукции. Общие требования».

3.21. Хранение стандартных образцов наноматериалов осуществляется отдельно от остальных веществ (реактивов) с соблюдением условий хранения, указанных в паспорте безопасности на протяжении всего срока годности образца.

3.22. Для осуществления контроля качества работ по определению содержания наноматериалов в водных объектах руководство организации, проводящей исследования, должно периодически, в соответствии с установленным графиком, проводить анализ деятельности по проведению испытаний. С этой целью, в соответствии с правилами надлежащей лабораторной практики, назначаются ответственные лица из числа сотрудников, не участвующих в исследовании.

3.23. Контроль за качеством работ включает в себя оформление перечня исследований, проводимых в организации, с указанием для каждого исследования руководителя и заказчика, название определяемого наноматериала, даты начала и состояния каждого исследования на текущий момент времени, оценку протоколов и методов исследования на соответствие правилам лабораторной практики, мониторинг текущих исследований, отчет о проведенных проверках и рекомендации по устранению недостатков.

3.24. Сотрудники, принимающие участие в проведении исследований, обязаны соблюдать конфиденциальность в отношении любых данных, полученных в ходе исследований, в соответствии с законодательством Российской Федерации.

3.25. Организация, проводившая исследования по определению содержания наноматериалов в водных объектах, должна обеспечить конфиденциальность результатов исследований в рамках принятых ею обязательств и в соответствии с законодательством Российской Федерации.

IV. Порядок выявления и идентификации наноматериалов в водоемах

4.1. Определение и идентификация наноматериалов в водных объектах проводится по утвержденному плану с ведением протокола и составлением отчета, в который заносятся все результаты исследований.

4.2. План работ по выявлению и идентификации наноматериалов в водных объектах и питьевой воде предусматривает:

- выбор объектов, подлежащих обследованию (мониторингу) на данной территории;
- определение перечня отбираемых проб и определяемых компонентов;
- определение места отбора проб;

• определение периодичности отбора проб.

4.3. Выбор водных объектов, в которых осуществляется определение наноматериалов в ходе проведения контрольных мероприятий, определяется путями попадания наночастиц и наноматериалов в воду и закономерностями циркуляции их в нативной, либо модифицированной форме в воде. С учетом этих факторов, перечень водных объектов, в которых проводится контроль на содержание наночастиц и наноматериалов, включает:

• водные ресурсы водных объектов или их участки, являющиеся источниками питьевого хозяйственно-бытового централизованного и нецентрализованного водоснабжения;

• водные ресурсы водных объектов или их участков для рекреационного водопользования;

• водные ресурсы подземных водных объектов;

• оросительные системы;

• сточные воды (промышленные и хозяйственно-бытовые).

4.4. Объектами для выявления и идентификации наноматериалов в водоемах являются: вода, донные отложения и водная растительность.

4.5. Размещение пунктов контроля воды водных объектов, питьевой воды регламентируется требованиями СанПиН 2.1.5.980—00 «Гигиенические требования к охране поверхностных вод», СП 2.1.5.1059—01 «Гигиенические требования к охране подземных вод от загрязнения», СанПиН 2.1.4.1074—01 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества».

4.5.1. Отбор проб водных объектов проводят в соответствии с МУ 1.2.2743—10.

4.5.2. Отбор проб сточных вод рекомендуется проводить в точках до поступления стока на очистные сооружения и после его очистки. Правила отбора, хранения и транспортирования проб на идентификацию наночастиц и наноматериалов должны соответствовать методикам пробоотбора для соответствующих видов объектов исследований (продукции).

4.6. Периодичность отбора проб регламентируется требованиями ГОСТ 2761—84, ГОСТ 17.1.3.08—82, ГОСТ 17.1.5.05—82, СанПиН 2.1.5.980—00, СанПиН 2.1.4.1074—01, СП 2.1.5.1059—01. Указанные документы определяют обязательную минимальную частоту отбора проб в зависимости от типа водного объекта, его санитарного состояния. С учетом результатов санитарного надзора за состоянием водных объектов, питьевой воды объем исследований на содержание наноматериалов

промышленного, сельскохозяйственного и бытового происхождения может быть изменен в сторону увеличения.

Определение оптимальной частоты отбора проб для каждого конкретного водного объекта проводится на основе статистической обработки данных по отбору проб в соответствии с ГОСТ Р 51592—2000 (прилож. А).

4.7. Объем отбираемой пробы должен соответствовать объему, установленному нормативными документами на метод определения конкретного показателя с учетом количества определяемых показателей и возможности проведения повторного исследования.

4.8. Результаты исследований наночастиц и наноматериалов в водных объектах и питьевой воде заносят в протокол, в котором отражены цели работ и методы, используемые для достижения этих целей, используемые стандартные образцы, схема исследований и ее обоснование, методы отбора проб объектов исследований, результаты исследований, метрологическая характеристика анализа, статистическая обработка результатов исследования, заключение. Протокол исследований утверждается руководителем организации, проводящей исследования (прилож. 1).

4.9. По окончании проведенных исследований оформляется отчет о результатах работ по выявлению и идентификации наночастиц и наноматериалов в водоемах, питьевой воде. Отчет оформляется в соответствии с требованиями ГОСТ 7.32—2001 и должен содержать следующие позиции: название отчета; адрес организации, проводившей исследования; дату начала и завершения исследований; цели и задачи исследования, характеристику определяемого наноматериала; перечень исследованных образцов и применяемых стандартов; схему проведения исследования; описание методов статистической обработки результатов; результаты исследования, представленные в виде обобщенных таблиц, рисунков с соответствующей статистической обработкой и комментариев к ним; заключение.

V. Рекомендуемые методы выявления и идентификации искусственных наноматериалов в водоемах

5.1. Для выявления и идентификации в водных объектах и питьевой воде наноматериалов в форме наночастиц могут быть использованы методы электронной микроскопии, высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ), атомно-эмиссионной спектрофотометрии, масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой, а также другие методы, утверждённые в установленном порядке.

5.2. С учетом ситуации производства и использования наночастиц и наноматериалов, а также имеющихся сведений о факторах риска, связанных с наночастицами, наибольшую вероятность выявления в объектах водной среды имеют следующие наночастицы и наноматериалы: фуллерены, углеродные нанотрубки, наночастицы металлов, наночастицы окислов металлов, наночастицы и нановолокна силикатов и алюмосиликатов, наночастицы полимеров, квантовые точки и биогенные наноматериалы.

5.3. Идентификация фуллеренов в образце воды осуществляется по их подвижности (времени удержания) при ВЭЖХ на колонке с обращенной фазой, изократически элюируемой смесью полярного и неполярного органического растворителя.

Подготовка проб (экстракция проб воды органическим растворителем – толуолом или бромбензолом) проводится согласно МР 1.2.2641—10, п. 7.2.6.

Экстракцию (извлечение) фуллеренов из образцов донных отложений, водной флоры и фауны проводят методами экстракции подходящими органическими растворителями в соответствии с протоколами, утверждёнными для данного типа объектов в установленном порядке.

Анализ содержания фуллерена методом ВЭЖХ проводится согласно МР 1.2.2641—10, п.п. 7.2.3, 7.2.4, 7.2.7.

5.4. При выявлении и идентификации углеродных нанотрубок используется метод просвечивающей электронной микроскопии (ПЭМ) с контрастированием солями тяжелых металлов. В качестве дополнительных методов идентификации могут применяться методы инфракрасной фотолюминесцентной спектроскопии и ИК-спектроскопии поглощения.

Идентификация вида наноматериала (одно-, многостенные углеродные нанотрубки) выполняется на основании сравнения с результатами исследования для соответствующих стандартов.

5.5. Идентификация наночастиц металлов основана на отличии электронно-плотных техногенных наночастиц от частиц биоорганической структуры различного происхождения и размеров. Идентификацию рекомендуется проводить в режиме не констрастирующих методик просвечивающей электронной микроскопии.

Порядок идентификации наночастиц металлов:

- обнаружить электронно-плотные частицы или их агрегаты;
- отметить форму и коэффициент формы наночастиц;
- отметить характер поверхности наночастиц;

• отметить присутствие наночастиц в агрегированной форме, сохранность морфометрических признаков наночастиц при образовании агрегатов;

• получить электрограмму в режиме дифракции или спектров характеристических потерь энергии электронов (далее – СХПЭЭ);

• сопоставить полученные результаты со стандартными образцами.

Для получения достоверных результатов необходим анализ как минимум 10 случайных полей изображения.

5.6. Идентификация наночастиц оксидов металлов, бинарных соединений (нитридов, карбидов, силицидов, халькогенидов металлов), силикатов и алюмосиликатов, также как наночастиц металлов, основана на свойстве высокой электронной плотности. Отличительной чертой наночастиц оксидов металлов является неоднородность распределения электронной плотности частиц. Признак связан с разнообразием форм наночастиц оксидов, присутствием крупных выступов, неровностей, шероховатостей на поверхности наночастиц. Наночастицы оксидов металлов обладают, как правило, высокой степенью полиморфизма. Коэффициент формы наночастиц варьирует в широком диапазоне. Для наночастиц оксидов характерно агрегированное состояние. Агрегаты различной формы и размеров сохраняют признаки отдельных наночастиц. При идентификации наночастиц оксидов в низких концентрациях в водной среде возможно уменьшение электронной плотности по сравнению со стандартными образцами, что связано с частичной растворимостью некоторых оксидов. Обязательным является получение электронограммы в режиме дифракции или СХПЭЭ.

Порядок идентификации наночастиц оксидов металлов, силикатов и алюмосиликатов:

• обнаружить электронно-плотные частицы с неравномерным распределением электронной плотности;

• отметить форму и степень варьирования коэффициента формы;

• отметить степень неровности и шероховатости поверхности;

• отметить присутствие наночастиц в агрегированной форме, сохранность морфометрических признаков наночастиц при образовании агрегатов;

• получить электронограмму в режиме дифракции или СХПЭЭ;

• сопоставить полученные результаты со стандартными образцами.

Во всех случаях при подготовке образцов к анализу содержания наночастиц неорганического происхождения (металлов, оксидов металлов, бинарных соединений, силикатов и алюмосиликатов) следует руко-

водствоваться МР 1.2.2639—10, п. 6.4.5 (вода природных водоёмов, источников водоснабжения), п. 6.4.6 (сточные и грунтовые воды), п. 6.4.7 (донные отложения), п. 6.4.4 (образцы водной флоры и фауны).

Схемы проведения экспериментов по электронно-микроскопическому выявлению и идентификации наночастиц в природных и сточных водах методом ПЭМ представлены в прилож. 2.

5.7. Идентификация квантовых точек осуществляется на основе выявления у них специфической флуоресценции. Длины волн возбуждения и эмиссии флуоресценции определяют на спектрофлуориметре в автоматическом режиме. Исследованию подвергается разбавленная водная дисперсия наноматериала. Идентификация квантовых точек проводится путем сравнения максимума спектра флуоресценции с паспортным значением или величиной для стандарта, а количественное определение – путем сравнения интенсивности флуоресценции анализируемого и стандартного образца. При количественном спектрофлуориметрическом определении необходимо учитывать наличие артефактов, обусловленных мутностью дисперсных сред и возможным наличием в составе образцов веществ – гасителей флуоресценции.

5.8. Выявление и идентификация наночастиц органических полимеров проводится с использованием ПЭМ с контрастированием солями тяжелых металлов. Критериями идентификации наночастиц является размер частиц и распределение частиц по размеру. В случае полимерных частиц, несущих флуоресцентную метку, их выявление и идентификация может проводиться с использованием метода спектрофлуориметрии, аналогично квантовым точкам. Подготовка проб и проведение анализа осуществляются в соответствии с МР 1.2.2639—10, п.п. 6.3—6.4.

В качестве дополнительного метода выявления наночастиц органических веществ в водных образцах рекомендуется метод атомно-силовой микроскопии (далее – АСМ), который может быть использован при наличии метрологически аттестованной АСМ-аппаратуры и методик исследования, утверждённых в установленном порядке.

5.9. Выбор метода выявления и идентификации наночастиц биогенного происхождения проводится на основании сведений о составе наночастиц, предположительно содержащихся в анализируемых объектах окружающей среды (ДНК-, РНК-содержащие наночастицы, белковые наночастицы, наночастицы других типов биополимеров), включая видовую принадлежность этих макромолекул:

• для ДНК-содержащих наночастиц метод идентификации – полимеразная цепная реакция (ПЦР) с видоспецифичным олигодезоксирибонуклеотидным праймером в варианте ПЦР с электрофоретическим раз-

делением или ПЦР в реальном времени (количественное определение); при подготовке проб и проведении анализа следует руководствоваться МР 1.2.2641—10, п.п. 8.2—8.6;

• для РНК-содержащих вирусов – ПЦР с обратной транскрипцией (ОТ) с двумя нетождественными видоспецифичными олигодезоксирибонуклеотидными праймерами; при проведении анализа следует придерживаться методик, утверждённых в установленном порядке;

• для белоксодержащих наночастиц – двухвалентный твердофазный иммуноферментный тест (ИФА) в соответствии с МР 1.2.2639—10, п.п. 10.1—10.4. В качестве альтернативы возможно применение ЭФ в ПААГ с электрофоретическим переносом на нитроцеллюлозную мембрану и иммуноблоттингом моноклональными видоспецифическими антителами при наличии методик, утверждённых в установленном порядке;

• для прочих биогенных частиц – метод определяется спецификой анализируемого материала; для большого числа биогенных наночастиц может быть использован метод биотестирования специфической биологической активности.

Приложение 1

Форма протокола эксперимента по выявлению и идентификации наноматериалов в водоемах

ПРОТОКОЛ

«Утверждаю»
Руководитель организации
«___» _____ г.

1. Наименование организации, проводившей исследование, с указанием аккредитации на заявленную область деятельности.
2. Наименование организации заявителя на проведение исследований.
3. Наименование образца (пробы).
4. Место отбора пробы.
5. Время и дата отбора пробы с указанием времени начала и окончания отбора пробы.
6. Вид пробы (точечная, объединенная) объекта исследования.
7. Климатические условия окружающей среды на месте отбора проб (температура воздуха, температура воды).
8. Определения, выполненные на месте отбора пробы.
9. Способ консервации (при необходимости).
10. Особенности отбора и хранения пробы.
11. Продолжительность хранения.
12. Дата доставки образца в лабораторию.
13. Оборудование, используемое для отбора проб.
14. Шифр пробы.
15. Цель работы и методы, используемые для достижения этой цели.
16. Используемые стандартные образцы.
17. Результаты исследований.
18. Метрологическая характеристика анализа.
19. Статистическая обработка результатов исследования.
20. Заключение.
21. Должность, фамилия, имя, отчество проводившего исследования и его подпись.

Приложение 2

Схемы проведения экспериментов по электронно-микроскопической визуализации и идентификации наночастиц в водоёмах (в соответствии с МР 1.2.2639—10, п.п. 6.3—6.4)

1. Схема проведения экспериментов по электронно-микроскопической визуализации и идентификации наночастиц в природных и сточных водах методом негативно окрашенных препаратов

Объект исследования	Природные и сточные воды
Физическая форма	Жидкость (суспензия воды, содержащая органические и неорганические примеси)
Количество материала для выполнения исследований	10—20 $см^3$ концентрата, полученного после медленного выпаривания 1—2 $дм^3$ фильтрата сточной воды
Приборное обеспечение	Пробоотборник воды, роторный вакуумный насос или водоструйный насос, водяная баня, просвечивающий электронный микроскоп, анализатор изображений, соединенный с электронным микроскопом или цифровая фотокамера с матрицей не ниже 5 мегапикселей и компьютер
Материалы	Круглодонные колбы вместимостью 2 или 3 $дм^3$ со шлифом, обеззоленные фильтры, пинцет для электронно-микроскопических работ, электронно-микроскопические сеточки, пластинка тефлона размером 10 × 20 см, автоматическая пипетка на 50 $мм^3$ с одноразовыми наконечниками, колбы вместимостью 100 $см^3$, пробирки вместимостью 20 $см^3$, пипетки стеклянные на 1, 2, 10 $см^3$
Химические реактивы	Формвар, коллодий, амилацетат, дихлорэтан, уранилацетат, дистиллированная вода
Препарирование образцов для исследования в электронном микроскопе	Этап 1 (подготовка реактивов и материалов к эксперименту): – приготовление 0,15 % раствора формвара на дихлорэтане или 0,5 % раствора коллодия на амилацетате; – покрытие электронно-микроскопических сеточек формваровой или коллодиевой пленкой; – приготовление 1,0 % раствора уранилацетата. Этап 2 (препарирование образцов для электронной микроскопии): – пробы сточной (грунтовой) воды фильтруют через обеззоленный бумажный фильтр, фильтрат помещают в колбы, соединенные с роторным вакуумным насосом или водоструйным насосом, фильтрат выпаривают

Продолжение

	при температуре 80—90 °С до уменьшения первоначального объема в 100 раз; – пробы фильтрата, концентрированного выпариванием, наносят на электронно-микроскопические сеточки, покрытые формваровой (коллодиевой) пленкой; – сеточки контрастируют 1,0 % раствором уранилацетата
Исследование проб воды в просвечивающем электронном микроскопе	Основные этапы: – предварительная оценка качества образца при низких увеличениях; – исследование и фотографирование структуры образца при низких и высоких разрешениях; – поиск наночастиц в структуре образца; – фотографирование 10 случайных полей изображения структуры образца
Анализ электронно-микроскопических изображений структуры наноматериала (продукта) в пробах воды	Основные этапы: – визуализация наночастиц в структуре воды; – морфометрический анализ наночастиц; – определение степени полиморфизма наночастиц в воде; – определение степени агрегированности наночастиц в воде
Основные параметры и характеристики наноматериала в природных, сточных водах для выдачи заключения	Структурные и морфометрические характеристики наноматериала: – наличие частиц размерами 1,0—100,0 нм в образце; – уровень электронно-оптической плотности частиц; – форма частиц; – коэффициент формы наночастиц; – степень полиморфизма наночастиц в воде; – степень агрегации наночастиц в воде; – характер распределения наночастиц в воде

2. Схема проведения экспериментов по электронно-микроскопической визуализации и идентификации наночастиц твердой фракции сточных и грунтовых вод

Вид исследуемого материала	Твердая фракция сточных и грунтовых вод
Физическая форма исследуемого материала	Осадок
Количество материала для выполнения исследований	100—150 мг влажного образца
Приборное обеспечение	Термостат, ультрамикротом, прибор для изготовления ножей для ультрамикротома, просвечивающий электронный микроскоп, анализатор изображений, соединенный с электронным

Продолжение

1	2
	микроскопом или цифровая фотокамера с матрицей не ниже 5 мегапикселей и компьютер
Материалы	Пинцет для электронно-микроскопических работ, электронно-микроскопические сеточки, пластинка тефлона размером 10 × 20 см, автоматическая пипетка на 50 мм^3 с одноразовыми наконечниками, колбы вместимостью 100 см^3, пробирки вместимостью 20 см^3, пипетки стеклянные на 1,2 и 10 см^3
Химические реактивы	Глутаровый альдегид, четырехокись осмия, какодилат натрия, этиловый спирт, абсолютный этиловый спирт или 100 % ацетон, эпоксидные смолы (аралдит или эпон), формвар, коллодий, амилацетат, дихлорэтан, уранилацетат, цитрат свинца, дистиллированная вода
Подготовка образцов для исследования в электронном микроскопе	Этап 1 (подготовка реактивов и материалов): – приготовление 4,0 % раствора глутарового альдегида на 0,01 М какодилатном буфере (pH 7,2); – приготовление 2,0 % раствора четырехокиси осмия на 0,01 М какодилатном буфере (pH 7,2); – приготовление батареи спиртов возрастающей концентрации; – приготовление смеси абсолютного спирта и эпоксидной смолы (аралдита); – приготовление 0,15 % раствора формвара на дихлорэтане или 0,5 % раствора коллодия на амилацетате; – покрытие электронно-микроскопических сеточек формваровой (коллодиевой) пленкой; – приготовление 1,0 % раствора уранилацетата; – приготовление раствора цитрата свинца; – приготовление эпоксидной смолы. Этап 2 (препарирование образцов): – пробы осадка фиксируют и инактивируют в 4,0 % растворе глутарового альдегида на 0,01 М какодилатном буфере (pH 7,2); – образцы дофиксируют в 2,0 % растворе четырехокиси осмия на 0,01 М какодилатном буфере (pH 7,2); – образцы дегидратируют в нескольких сменах этилового спирта с возрастающей концентрацией; – образцы выдерживают в трех сменах абсолютного этилового спирта или ацетона; – образцы пропитывают в трех сменах абсолютного этилового спирта и аралдита;

Продолжение

1	2
	– образцы заключают в аралдит и полимеризуют в течение 72 ч при температуре 60 °С; – на ультрамикротоме стеклянным ножом из образцов осадка сточных (природных) вод получают ультратонкие срезы толщиной 30,0—60,0 нм; – ультратонкие срезы монтируют на электронно-микроскопические сеточки, покрытые формваровой пленкой; – ультратонкие срезы наноматериала окрашивают цитратом свинца и 1,0 % раствором уранилацетата
Исследование ультраструктуры осадка сточных (грунтовых) вод в просвечивающем электронном микроскопе	Основные этапы: – предварительная оценка качества образца при низких увеличениях; – исследование и фотографирование структуры образца при низких и высоких разрешениях; – поиск наночастиц в структуре осадка сточных (природных) вод; – фотографирование 10 случайных полей изображения ультраструктуры осадка сточных (природных) вод
Анализ электронно-микроскопических изображений ультраструктуры осадка сточных (грунтовых) вод, содержащего наноматериалы	Основные этапы: – визуализация наночастиц на ультратонких срезах осадка сточных (природных) вод; – морфометрический анализ наночастиц в структуре осадка сточных (природных) вод и клеток гидробионтов, микроорганизмов; – определение степени полиморфизма наночастиц в структуре осадка сточных (природных) вод и клеток микроорганизмов; – оценка степени загруженности гидробионтов и микробов наночастицами (число наночастиц на одну клетку)
Основные параметры и характеристики наночастиц (наноматериала) в структуре осадка сточных (грунтовых) вод для выдачи заключения	Структурные и морфометрические характеристики наноматериала: – наличие частиц размерами 1,0—100,0 нм в осадке сточных (природных) вод; – уровень электронно-оптической плотности наночастиц; – форма наночастиц; – коэффициент формы наночастиц; – степень полиморфизма наночастиц в материале; – степень агрегированности наночастиц в образце; – степень загруженности микробов наночастицами

3. Схема проведения экспериментов по электронно-микроскопической визуализации и идентификации наночастиц в растворимой фракции донных отложений методом негативно окрашенных препаратов.

Объект исследования	Водная суспензия почвы (грунта, донных отложений)
Физическая форма	Жидкость (водорастворимая фракция донных отложений)
Количество материала для выполнения исследований	10—20 $см^3$ фильтрата, полученного после медленного выпаривания 1—2 $дм^3$ фильтрата водорастворимой фракции почвы (грунта, донных отложений)
Приборное обеспечение	Пробоотборник воды, роторный вакуумный насос или водоструйный насос, водяная баня, просвечивающий электронный микроскоп, анализатор изображений, соединенный с электронным микроскопом или цифровая фотокамера с матрицей не ниже 5 мегапикселей и компьютер
Материалы	Круглодонные колбы вместимостью 2 или 3 $дм^3$ со шлифом, обеззоленные фильтры, пинцет для электронно-микроскопических работ, электронно-микроскопические сеточки, пластинка тефлона размером 10 × 20 см, автоматическая пипетка на 50 $мм^3$ с одноразовыми наконечниками, колбы вместимостью 100, пробирки вместимостью 20 $см^3$, пипетки стеклянные на 1, 2, 10 $см^3$
Химические реактивы	Формвар, коллодий, амилацетат, дихлорэтан, уранилацетат, дистиллированная вода
Препарирование образцов для исследования в электронном микроскопе	Этап 1 (подготовка реактивов и материалов): – приготовление 0,15 % раствора формвара на дихлорэтане или 0,5 % раствора коллодия на амилацетате; – покрытие электронно-микроскопических сеточек формваровой (коллодиевой) пленкой; – приготовление 1,0 % раствора уранилацетата. Этап 2 (препарирование образцов для электронной микроскопии): – пробы донных отложений 1 $дм^3$ суспензируют в 1—2 $дм^3$ дистиллированной воды; полученную суспензию фильтруют через несколько слоев марли для удаления крупных нерастворимых частиц донных отложений; первичный фильтрат суспензии почвы фильтруют через обезоленный фильтр; фильтрат выливают в химически чистые

Продолжение

	колбы, соединенные с роторным вакуумным насосом или водоструйным насосом, выпаривают на водяной бане при температуре 80—90 °С до уменьшения объема пробы воды в 100 раз; – после выпаривания пробы из растворимой фракции почвы (грунта, донных отложений) наносят на электронно-микроскопические сеточки, покрытые формваровой (коллодиевой) пленкой; – сеточки контрастируют 1,0 % раствором уранил-ацетата
Исследование проб растворимой фракции почвы (грунта, донных отложений) в просвечивающем электронном микроскопе	Основные этапы: – предварительная оценка качества образца при низких увеличениях; – исследование и фотографирование структуры образца при низких и высоких разрешениях; – поиск наночастиц в структуре образца; – фотографирование 10 случайных полей изображения структуры образца
Анализ электронно-микроскопических изображений структуры наноматериала (продукта) в пробах растворимой фракции донных отложений	Основные этапы: – визуализация наночастиц в растворимой фракции донных отложений; – морфометрический анализ наночастиц; – определение степени полиморфизма наночастиц в растворимой фракции донных отложений; – степень агрегации наночастиц в растворимой фракции донных отложений
Основные параметры и характеристики наноматериала в растворимой фракции донных отложений для выдачи заключения	Структурные и морфометрические характеристики наноматериала: – наличие частиц размерами 1,0—100,0 нм в образце; – уровень электронно-оптической плотности частиц; – форма частиц; – коэффициент формы наночастиц; – степень полиморфизма наночастиц в растворимой фракции донных отложений; – степень агрегированности наночастиц в растворимой фракции донных отложений; – характер распределения наночастиц в растворимой фракции донных отложений

4. Схема проведения экспериментов по электронно-микроскопической визуализации и идентификации наночастиц в тонкой структуре нерастворимой фракции донных отложений методом ультратонких срезов

Вид исследуемого материала	Нерастворимая фракция почвы (грунта, донных отложений)
Физическая форма исследуемого материала	Влажная масса
Количество материала для выполнения исследований	100—150 мг влажной массы (осадка)
Приборное обеспечение	Термостат, ультрамикротом, прибор для изготовления ножей для ультрамикротома, просвечивающий электронный микроскоп, анализатор изображений, соединенный с электронным микроскопом или цифровая фотокамера с матрицей не ниже 5 мегапикселей и компьютер, фотосканер, фотоувеличитель
Материалы	Пинцет для электронно-микроскопических работ, электронно-микроскопические сеточки, пластинка тефлона размером 10 × 20 см, автоматическая пипетка вместимостью 50 мм^3, с одноразовыми наконечниками, колбы вместимостью 100 см^3, пробирки вместимостью 20 см^3, пипетки на 1, 2, 10 см^3
Химические реактивы	Глутаровый альдегид, четырехокись осмия, какодилат натрия, этиловый спирт, абсолютный этиловый спирт или 100,0 % ацетон, эпоксидные смолы (аралдит или эпон), формвар, коллодий, амилацетат, дихлорэтан, уранилацетат, цитрат свинца, дистиллированная вода
Препарирование образцов	Этап 1 (подготовка реактивов и материалов): – приготовление 1,0 % раствора уранилацетата; – приготовление раствора цитрата свинца; – приготовление эпоксидной смолы. Этап 2 (препарирование образцов): – образцы фиксируют в 4,0 % растворе глутарового альдегида на 0,01 М какодилатном буфере (pH 7,2); – пробы дофиксируют в 2,0 % растворе четырехокиси осмия на 0,01 М какодилатном буфере (pH 7,2);

Продолжение

1	2
	– образцы дегидратируют в нескольких сменах этилового спирта с возрастающей концентрацией, образцы выдерживают в трех сменах абсолютного этилового спирта или ацетона; – образцы пропитывают в трех сменах абсолютного этилового спирта и аралдита; – образцы заключают в аралдит и полимеризуют в течение 72 ч при температуре 60 °С; – на ультрамикротоме стеклянным ножом из образцов нерастворимой фракции почвы (грунта, донных отложений) получают ультратонкие срезы толщиной 30,0—60,0 нм; – ультратонкие срезы монтируют на электронно-микроскопические сеточки, покрытые формваровой пленкой; – ультратонкие срезы наноматериала окрашивают цитратом свинца и 1,0 % раствором уранилацетата
Исследование ультраструктуры нерастворимой фракции донных отложений в просвечивающем электронном микроскопе	Основные этапы: – предварительная оценка качества образца при низких увеличениях; – исследование и фотографирование структуры образца при низких и высоких разрешениях; – поиск наночастиц в структуре нерастворимой фракции донных отложений; – фотографирование 10 случайных полей изображения ультраструктуры нерастворимой фракции донных отложений
Анализ электронно-микроскопических изображений	Основные этапы: – визуализация наночастиц на ультратонких срезах нерастворимой фракции донных отложений; – морфометрический анализ наночастиц в структуре нерастворимой фракции донных отложений; – определение степени полиморфизма наночастиц в структуре нерастворимой фракции донных отложений; – определение степени агрегации наночастиц в структуре нерастворимой фракции донных отложений

Продолжение

1	2
Основные параметры и характеристики наночастиц (наноматериала) в структуре нерастворимой фракции донных отложений для выдачи заключения	Структурные и морфометрические характеристики наноматериала: – наличие частиц размерами 1,0—100,0 нм в нерастворимой фракции донных отложений; – уровень электронно-оптической плотности частиц; – форма частиц; – коэффициент формы наночастиц; – структура рельефа поверхности частиц; – степень полиморфизма наночастиц в материале; – степень агрегированности наночастиц в нерастворимой фракции донных отложений

Приложение 3
рекомендуемое)

Термины и определения

Бентос – совокупность макроорганизмов, обитающих на дне водоемов.

Водный объект – сосредоточение вод на поверхности суши в формах ее рельефа (водотоки – реки, ручьи, водоемы – моря, озера, водохранилища, пруды, болота), либо в недрах (подземные воды), имеющее границы, объем и черты водного режима.

Водозаборная скважина – скважина для забора подземных вод, оборудованная обсадными трубами и фильтрами.

Водозаборное сооружение (водозабор) – гидротехническое сооружение для забора воды из источника питьевого водоснабжения;

Водоотведение – любой сброс вод, в том числе сточных вод и (или) дренажных вод в водные объекты.

Водопользование – использование различными способами водных объектов для удовлетворения потребностей субъектов, муниципальных образований, физических лиц, юридических лиц.

Водопользователь – юридическое или физическое лицо, которому предоставлено право пользования водным объектом.

Донные отложения – донные наносы и твердые частицы, образовавшиеся и осевшие на дно водного объекта в результате внутриводоемных физико-химических и биохимических процессов, происходящих с веществами как естественного, так и техногенного происхождения.

Дренажные воды – воды, отвод которых осуществляется дренажными сооружениями для сброса в водные объекты.

Загрязнение водных объектов – внесение человеком прямо или косвенно веществ, микроорганизмов или энергии в водную среду, которая приводит или может привести к последствиям, опасным для здоровья человека, к ограничению и/или ухудшению условий водопользования населения.

Зона санитарной охраны источников водоснабжения и зона рекреации водного объекта – водный объект или его участок с прилегающим к нему берегом, используемый для отдыха.

Источник питьевого водоснабжения – поверхностный или подземный водный объект (или его часть), воды которого отвечают установленным требованиям по безопасности и используются или могут быть использованы для забора в системы питьевого водоснабжения.

Контрольная проба – часть пробы, хранящаяся в лаборатории, проводящей исследования, или у владельца продукции и предназначен-

ная для повторного или арбитражного исследования или возникновении споров по результатам проведённых исследований.

Лабораторная проба – (конечная проба или репрезентативная часть конечной пробы) часть средней пробы, предназначенная для формирования тестового образца (образцов), направляемого на исследования (доставленного в лабораторию), определённая нормативными документами, с целью подтверждения соответствия контролируемого объекта установленным требованиям.

Нормативные документы – государственные (национальные стандарты) (ГОСТ), санитарные правила и нормы (СанПиН), методические указания (МУ), устанавливающие нормы, правила, методы, в том числе по отбору, упаковке, доставке и хранению проб.

Объединенная (составная) проба – совокупность отобранных в идентичных условиях точечных проб, предназначенная для составления средней пробы. Объединённую (составную) пробу получают равномерным перемешиванием первичных проб (элементов).

Отбор проб – процедура по выделению или составлению пробы, используемая для принятия решения о соответствии лота продукции установленным требованиям.

Охрана водных объектов – система мероприятий, направленных на сохранение и восстановление водных объектов.

Поверхностные воды – воды, постоянно или временно находящиеся в поверхностных водных объектах.

Подземные воды – воды, в том числе минеральные, находящиеся в подземных водных объектах.

Проба (репрезентативная проба) – одна или несколько единиц (объёмов) вещества, отобранных установленными способами из совокупности, позволяющая получить информацию о заданной характеристике совокупности и являющаяся основой для принятия решения о совокупности, веществе.

Программа отбора проб – запланированная процедура, включающая схему отбора проб, определяющая необходимое количество элементов, формирующих пробу, учитывающая виды контролируемых характеристик, которые необходимы для оценки статуса исследуемого объекта, по которому он будет квалифицирован как «соответствующий» или «несоответствующий» установленным требованиям.

Пункт водопользования – участок водного объекта, границы которого установлены в соответствии с требованиями действующего законодательства, используемый населением для водоснабжения и рекреационных целей.

Рекреационное водопользование – использование водного объекта или его участка для купания, занятия спортом и отдыха.

Сточные воды – воды, сброс которых в водные объекты осуществляется после их использования, или сток, который осуществляется с загрязненной территории.

Точечная проба – некоторое минимальное количество вещества (продукции), отобранной из одного места за один прием от данной партии для составления объединенной пробы.

Приложение 4

Обозначения и сокращения

АСМ	– атомно-силовая микроскопия
ВЭЖХ	– высокоэффективная жидкостная хроматография
ИФА	– иммуноферментный анализ
ОДУ	– ориентировочный допустимый уровень
ОТ	– обратная транскрипция
ПДК	– предельная допустимая концентрация
ПЦР	– полимеразная цепная реакция
ПЭМ	– просвечивающаяся электронная микроскопия
СанПиН	– санитарно-эпидемиологические правила и нормы
СОП	– стандартные операционные процедуры
СП	– санитарные правила
СХПЭЭ	– характеристические потери энергии электронов
ЭФ в ПААГ	– электрофорез в полиакриламидном геле

Порядок выявления и идентификации наноматериалов в водоемах

Методические указания
МУ 1.2.2875—11

Редактор Н. В. Кожока
Технический редактор Е. В. Ломанова

Подписано в печать 07.09.11

Формат 60x88/16 Печ. л. 2,0
Тираж 200 экз. Заказ 111

Федеральная служба по надзору
в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека
127994, Москва, Вадковский пер., д. 18, стр. 5, 7

Оригинал-макет подготовлен к печати и тиражирован
отделом издательского обеспечения
Федерального центра гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора
117105, Москва, Варшавское ш., 19а
Отделение реализации, тел./факс 952-50-89

gost.e-ecolog.ru