

М.А. Запевалов —

заместитель директора Института проблем мониторинга окружающей среды ФГБУ «НПО «Тайфун», канд. хим. наук

Б.М. Мезенцев —

ведущий специалист ЗАО «Экрос-Инжиниринг»

И.В. Семенова —

ведущий научный сотрудник Института проблем мониторинга окружающей среды ФГБУ «НПО «Тайфун», канд. биол. наук

Э.В. Шаталов —

директор по науке и развитию ЗАО «Экрос-Инжиниринг», д-р техн. наук, профессор

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:

гидромониторинг, информация, загрязнение, вода, окружающая среда, датчики, показатели качества, анализ, контроль

АВТОМАТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ ГИДРОМОНИТОРИНГА

Для осуществления эффективного гидромониторинга необходима оперативная информация о состоянии и загрязнении вод, поступающая в режиме реального времени. Эта задача решена производственно-инжиниринговой компанией «Экрос-Инжиниринг». В результате проведения многоэтапных проектно-исследовательских работ создана автоматическая система гидромониторинга с использованием целого ряда инновационных приемов и новых, отвечающих современным требованиям, датчиков гидрохимических показателей воды

ВВЕДЕНИЕ

Проведение режимных наблюдений за загрязнением поверхностных вод суши в РФ осуществляется на наблюдательной сети Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромет) [1]. Наиболее оперативную информацию о качестве воды на действующей сети дают пункты, где организованы ежедневные наблюдения. На большинстве же пунктов контроль производится существенно реже, притом с периодом между отбором проб и их анализом от 7 дней до 3 месяцев [2]. Малая периодичность пробоотбора и «запаздывание» анализа понижают достоверность измерительной информации, в частности, в таких ответственных случаях, как сверхнормативные (аварийные) сбросы загрязняющих веществ.

Для повышения оперативности и достоверности информации целесообразно модернизировать сеть наблюдений путем установки автоматических систем непрерывного контроля

качества вод. Эту работу выполняет ЗАО «Экрос-Инжиниринг» — специализированное предприятие по проектированию, созданию и реконструкции химических лабораторий и производств, оснащению их современным оборудованием, изготовлению стационарных постов экологического контроля и передвижных экологических лабораторий.

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ

При решении комплекса инженеринговых и прикладных вопросов разработки автоматических систем экологического мониторинга компания «Экрос-Инжиниринг» ориентируется на следующие направления:

- совершенствование системы как совокупности развивающихся технических средств;
- придание системе инновационной привлекательности — обеспечение функционирования с возможностями управляющих и регулирующих воздействий в режиме онлайн;

- проектирование каждого нового технического элемента системы с учетом его эволюционного потенциала.

Стратегическая инициатива компании – использование при создании технических средств экологического мониторинга единого, согласованного со всеми заинтересованными организациями, органами и структурами перечня аналитических средств, комплексов и систем, а также программных продуктов. Автоматические системы гидромониторинга серийно не изготавливаются. Производятся лишь автоматические блоки (модули) для определения отдельных показателей. В связи с этим в каждом случае создание автоматической системы требует инженерных решений с учетом специфики конкретных водных объектов и под конкретно поставленные задачи.

ВЫБОР КОНТРОЛИРУЕМЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ

После выбора оптимального места размещения станции следует на основании имеющихся данных мониторинга и сведений об источниках загрязнения составить предварительную программу ее работы – установить перечень показателей и диапазоны измеряемых концентраций. В случае резкого изменения определяемых параметров программой должен быть предусмотрен внеплановый отбор воды в специальные емкости для их незамедлительной доставки на анализ в стационарную лабораторию. Кроме этого, целесообразно предусмотреть отбор проб для лабораторного анализа по обязательной программе (1-2 раза в месяц), что позволит проводить анализ данных, получаемых в автоматическом режиме, в стационарной лаборатории, выявлять возможные корреляции между параметрами, которые могут быть использованы при обработке такой информации.

Анализ мирового опыта показал, что можно составить лишь небольшой список показателей, предлагаемых для измерения в автоматическом режиме [3]. Таковы температура, *pH*, мутность, электропроводность, общая органиче-

ская нагрузка и еще несколько показателей, которые можно контролировать либо в водном объекте, либо в специально отведенных водных средах с установкой датчиков растворенного кислорода и электродов для измерения окислительно-восстановительного потенциала. Необходима система подачи воды, не приводящая к изменению газового состава последней. Следует также определять соединения биогенных элементов – фосфатов, нитритов, нитратов, аммония и цветность. Для этого наиболее целесообразно использовать фотометрические методы, реализованные в автоматических анализаторах.

Тяжелые металлы и другие загрязняющие вещества, особенно органические, в концентрациях в автоматическом режиме определять сложно. Здесь нужна гидрохимическая лаборатория, оснащенная рядом автоматизированных приборов и анализаторов (в ее помещении могут также располагаться блоки автоматической станции).

Возможные варианты реализации конструкций:

- павильон (стационарный или передвижной), в который подается вода из водного объекта для анализа, с

датчиками и обеспечивающими системами;

- буй с датчиками, плавающий или подводный, с автономным или кабельным электропитанием, без системы жизнеобеспечения.

ОСНОВНЫЕ СТРУКТУРНЫЕ ПОДСИСТЕМЫ

Эффективность использования автоматических средств достигается за счет их объединения и функционирования по единой согласованной программе с единым программным обеспечением для получения, обработки и выдачи требуемой информации. Нормальное функционирование системы, представляющей собой совокупность технических, программных и информационных средств, позволяющих достигать полноты, оперативности, достоверности информации о качественном состоянии воды, обеспечивается следующими основными структурными составляющими:

- автоматические средства контроля воды – информационно-измерительная подсистема;
- аппаратно-программные средства сбора, обработки и предоставления



Рис. 1

Автоматическая станция контроля качества воды (АСК-В) предназначена для контроля состояния водных объектов как режимного, так и оперативного характера, в том числе своевременного выявления (обнаружения) кратковременных экстремальных антропогенных воздействий (аварийные и нелегальные залповые сбросы сточных вод, аварии при хранении опасных веществ и др.).

информации аналитическому центру — подсистема передачи данных;

- аналитический центр сбора и обработки переданной информации, выполняющий рекомендации по управляющим воздействиям — информационно-управляющая подсистема.

Информационно-измерительная подсистема представляет собой комплекс программных и технических средств, обеспечивающий получение (сбор), первичную обработку данных, а также поддержание эксплуатационных и метрологических характеристик оборудования. Подсистема передачи данных — это комплекс унифицированных программных и технических средств трансляции информации. Основная цель этой подсистемы — своевременная доставка измерительной информации, ее загрузка в базы данных системы, а также передача необходимой информации оперативному центру и другим заинтересованным лицам.

Информационно-управляющая подсистема представляет собой комплекс технических и программных средств, обеспечивающих:

- сбор, обработку, накопление и архивирование измерительных данных;
- ведение информационной (геоинформационной) модели контролируемого объекта и прилегающей территории, формирование и накопление условно-постоянных и оперативных картографических и фактографических данных;
- математическое моделирование экологических процессов (в частности процессов переноса и трансформации загрязнений, анализ и прогноз динамики загрязнений);
- представление плановой и экстренной информации пользователю;
- формирование необходимой отчетности для пользователя и надзорных органов;
- управление работой информационно-измерительной подсистемы.

Компания «Экрос-Инжиниринг» приобрела значительный практический опыт разработки описанных автоматических систем мониторинга и производства технических средств для осуществления контроля загрязнения водных источников — автоматических станций качества воды (АСК-В), располагаемых в стационарных модульных сооружениях.

ТЕХНИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ

Производимые компанией технические средства (рис. 1) характеризуют:

- антивандальное исполнение с устройствами защиты от внешних погодных условий, обеспечения заданного микроклимата, а также охранно-пожарной сигнализацией;
- обеспечение электробезопасности, огнезащитности, защиты от грызунов;
- надежное функционирование в течение 10 лет при периодичности тех-

Таблица 1

Оборудование для определения показателей качества воды в автоматическом режиме

Назначение	Диапазон измерения, не менее	Определяемые показатели
Датчик оптический люминесцентный растворенного кислорода, LDO sc	0,1—20,0 мг/л	Содержание растворенного кислорода
Датчик pH со встроенным термодатчиком и усилителем, серия 1200-S sc	1,0—14 ед. pH	pH, температура
Датчик УФ-флуоресцентный, FP 360 sc	Нефтепродукты — 0,05—15 мг/л ПАУ — 0—500 мкг/л	Содержание нефтепродуктов Содержание ПАУ
Датчик мутности ИК спектральный с автоочисткой, Solitax t-Line sc	0,001—4000 ЕМФ (0,001—50,0 г/л)	Мутность (Взвешенные вещества)
Датчик растворенной органики, УФ спектральный с автоочисткой, UVAS Plus sc	0,1—600 мг/л	Содержание растворенного органического вещества (калибровка на ХПК/БПК)
Индуктивный датчик проводимости, 3798-S sc	250 мкСм/см 2,5 См/см	Электропроводимость
Датчик высокоточный безреагентный (УФ-поглощение) для определения нитратов, NITRATAx plus sc	0,1—100 мг/л NO ₃ -N	Содержание нитратов
Анализатор аммонийного азота, AMTAX sc	0,02—20 мг/л NH ₄ -N	Содержание аммонийного азота
Модуль для 6 датчиков sc 1000 с ModBus с платой и реле	—	Сбор текущей информации
Модуль дисплея системы sc 1000 с цветным сенсорным дисплеем, кабель 0,35 м	—	Настройка, калибровка и отображение показаний датчиков
Автоматическая система очистки датчиков НОАВ	—	Очистка погружных датчиков сжатым воздухом

нического обслуживания не чаще 1 раза в 30 дней;

- возможность отбора арбитражных проб объемом до 1 л за один раз (общее количество отбираемых проб до 24) и их хранения;
- обеспечение хранения, обработки, архивирования измерительной информации, а также ее сохранения при кратковременном и длительном (до 10 ч) отключении сетевого питающего напряжения;
- обеспечение одновременной автоматической регистрации параметров погоды (температура, влажность, давление воздуха, скорость и направление ветра и т.д.).

Измерительная часть автоматических систем на основе гидрохимического оборудования мировых производителей обеспечивает непрерывное одновременное измерение необходимых показателей. В зависимости от требований потребителя и условий функционирования автоматических систем контроля при их проектировании необходима оптимизация конструктивного исполнения целого ряда составных частей, выбор погружных датчиков, реагентных и безреагентных анализаторов, устройств внепланового пробоотбора, проектирование стэндов и проточных ячеек, размещение контроллеров и системы обработки и передачи данных, конструирование оборудования гидравлической подачи и слива анализируемой воды, а именно трубопроводов, вентилей, клапанов, насосов и т.д.

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННО- АНАЛИТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

Этот продукт разрабатывался при участии научно-исследовательских организаций Росгидромета. Поэтому производимые компанией автоматические средства функционально согласуются с автоматизированными системами мониторинга загрязнения окружающей среды Росгидромета и могут являться информационным абонентом этой системы. В зависимости от функционального назначения автоматической системы применяется:



Рис. 2

Внешний вид
измерительных звеньев
в системе
гидромониторинга

1. Программное обеспечение «Агат» для сбора, обработки, хранения и передачи на любые расстояния информации, получаемой от измерительного оборудования различного типа в режиме реального времени. Используемая технология пакетной передачи данных позволяет организовать четкий и постоянный дистанционный мониторинг контролируемых параметров на промышленном объекте и/или в населенном пункте. Программа широко используется в создаваемых «Экрос-Инжиниринг» станциях и постах контроля атмосферы и воды на промышленных или природных объектах, в населенных пунктах. Программное обеспечение соответствует

требованиям государственных стандартов и руководящих документов РФ (в том числе РД 52.04.186-89. «Руководство по контролю загрязнения атмосферы»), определяющих основные требования по выполнению функций:

- сбора информации от приборов и технологического оборудования;
- хранения информации, формирования журналов параметров работы системы, технического обслуживания оборудования;
- статистической обработки информации;
- выдачи тревожных и аварийных сигналов;
- отображения информации в масштабе реального времени в удобном виде;

Таблица 2

Экспериментальные данные по сопоставимости проводимых измерений (АСК-В - Казачий брод)

№ п/п	Наименование показателя	04.03.13		28.03.13	
		АСК-В	МЭЛ*	АСК-В	МЭЛ*
1	Температура, °С	6,0	5,4	8,3	8,3
2	Водородный показатель	8,33	8,22	8,57	8,21
3	Растворенный кислород, мг/дм ³	11,2	12,35	11,88	10,76
4	Мутность, ЕМФ	247	241	854	921
5	Электропроводность, мкСм/см	136	156	111	139
6	Аммоний, мгN/дм ³	0,03	0,026	0,007	0,134
7	Нитраты, мгN/дм ³	0,3	0,280	0,426	0,118

*МЭЛ – мобильная экологическая лаборатория.

- представления информации из архива в виде таблиц и графиков;
- формирования отчетных документов;
- передачи информации на центральный сервер и выгрузки данных в другие информационные системы.

2. Программный комплекс «RECASS» (разработка НПО «Тайфун»). Программа предназначена для обеспечения принятия решений по защитным мероприятиям и выполнения функций:

- определения работоспособности средств измерений;
- формирования на основе первичной информации комплексной оценки экологического состояния природных сред;
- информационной поддержки принятия плановых и экстренных управленческих решений;
- прогнозной оценки последствий аварийных ситуаций.

3. Информационная система «Погода» (разработка Главной геофизической обсерватории им. А.И. Воейкова) для выполнения функций:

- ввода, хранения, обработки и визуализации значений метеовеличин;
- ведения архива метеоинформации.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ

На основе разработок компании «Экрос-Инжиниринг» созданы технические средства контроля качества поверхностных вод, входящие в систему

комплексного экологического мониторинга Сочинского национального парка и прилегающих территорий в период подготовки и проведения XXII Олимпийских и XI Паралимпийских зимних игр 2014 г., введенные в эксплуатацию в 2013 г. [4].

В рамках реализации «Программы мероприятий по экологическому сопровождению подготовки и проведения XXII Олимпийских зимних игр 2014 г. в г. Сочи» на реке Мзымта, протекающей в районе строительства олимпийских объектов, установлены две автоматические станции контроля качества вод. Показатели, по которым ведется мониторинг, и используемое оборудование представлены в *табл. 1*, а внешний вид станций и некоторых датчиков приведен на *рис. 2*.

Полученные от всех измерительных звеньев системы мониторинга данные поступают в центр сбора и обработки информации природной территории, предназначенный для решения следующих вопросов:

- приема и обработки данных в реальном времени от элементов системы, работающих в автоматическом режиме;
- ведения базы данных;
- формирования отчетной документации;
- моделирования ежесуточного краткосрочного прогноза и определение суточных максимумов концентраций загрязняющих веществ.

После соответствующей подготовки полученная информация поступает в центр сбора, обработки и представления данных, функционирующий на базе Сочинского специализированного центра по гидрометеорологии и мониторингу Черного и Азовского морей (ФГБУ «СЦГМС ЧАМ») и НПО «Тайфун», где проводится:

- оперативная оценка экологической обстановки;
- принятие обоснованных решений по мерам защиты населения в чрезвычайных ситуациях;
- подготовка данных для передачи в ситуационный центр Росгидромета, а также на сайт «Сочи-2014 Росгидромет».

К факторам, обуславливающим объективную сложность функционирования автоматических систем гидромониторинга, относятся:

- широкий диапазон варьирования внешних условий (температура воды и воздуха, ветровая нагрузка, выпадение осадков и пр.), в частности возможность отрицательных температур, наличие ледовых образований;
- непостоянство состава и свойств воды природного источника;
- методические сложности (проведение калибровочных операций в полевых условиях, влияние на метрологические характеристики приборов факторов длительной эксплуатации, отложение взвешенных веществ и обрастание измерительных блоков, несоответствие фактических концентраций оптимальным диапазонам измерений и т.д.);
- удаленность и даже отсутствие необходимой инфраструктуры;
- необходимость привлечения персонала, не имеющего ориентированной специализации и опыта работы.

Первые результаты эксплуатации АСК-В показали, что станции оперативно реагируют на изменение качества воды. Так, в конце марта 2013 г. были зафиксированы несколько волн значительного увеличения мутности воды р. Мзымта, связанного с прошед-

шими интенсивными дождевыми осадками (рис. 3).

Предварительные результаты контроля сопоставимости данных, получаемых на АСК-В (табл. 2) показали, что надежно реализованы измерения физических показателей качества вод – температура, *pH*, мутность, электропроводность, растворенный кислород. Датчики, проводящие измерения в УФ-области (РОВ, нитраты, ПАУ), при высоких значениях мутности (более 200 ЕМФ) показывают завышенные результаты (рис. 4). Они требуют постоянного технического обслуживания и частой калибровки.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Промышленная эксплуатация автоматических систем гидромониторинга требует:

- разработки рекомендаций по выбору мест установки автоматизированных станций в зависимости от задач, которые они будут выполнять, более высоких технических требований к системам жизнеобеспечения автоматических станций (резервное питание, аварийный обогрев в зимнее время и т.д.);
- проведения исследований по решению методических вопросов по согласованию рядов наблюдений, получаемых в рамках непрерывного мониторинга и периодического отбора проб и их анализа в лабораторных условиях, в том числе связанных с эксплуатационными факторами, влияющими на качество измерений;
- обеспечения удаленного доступа к информационно-измерительной подсистеме станции (Интернет), а также дополнительными каналами связи (более двух операторов сотовой связи).

Внедрение таких систем в составе территориальных органов экологического мониторинга обеспечит совершенствование его деятельности в части:

- сбора, обработки, хранения информации о загрязнении окружающей среды;
- оперативного анализа экологической ситуации;

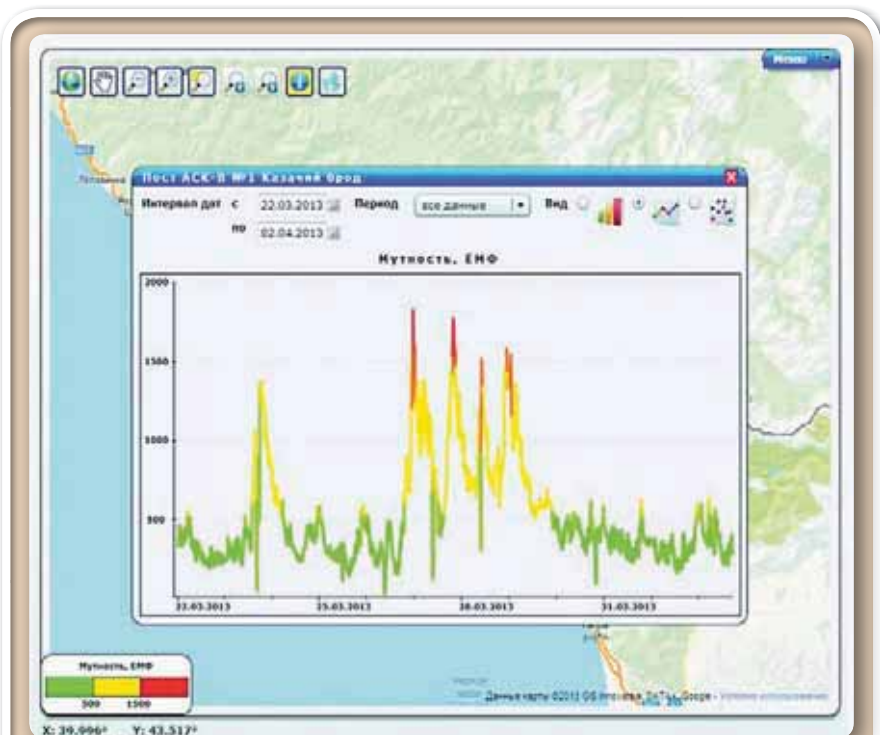


Рис. 3

Сводка с автоматизированного поста контроля качества воды об изменениях величины мутности

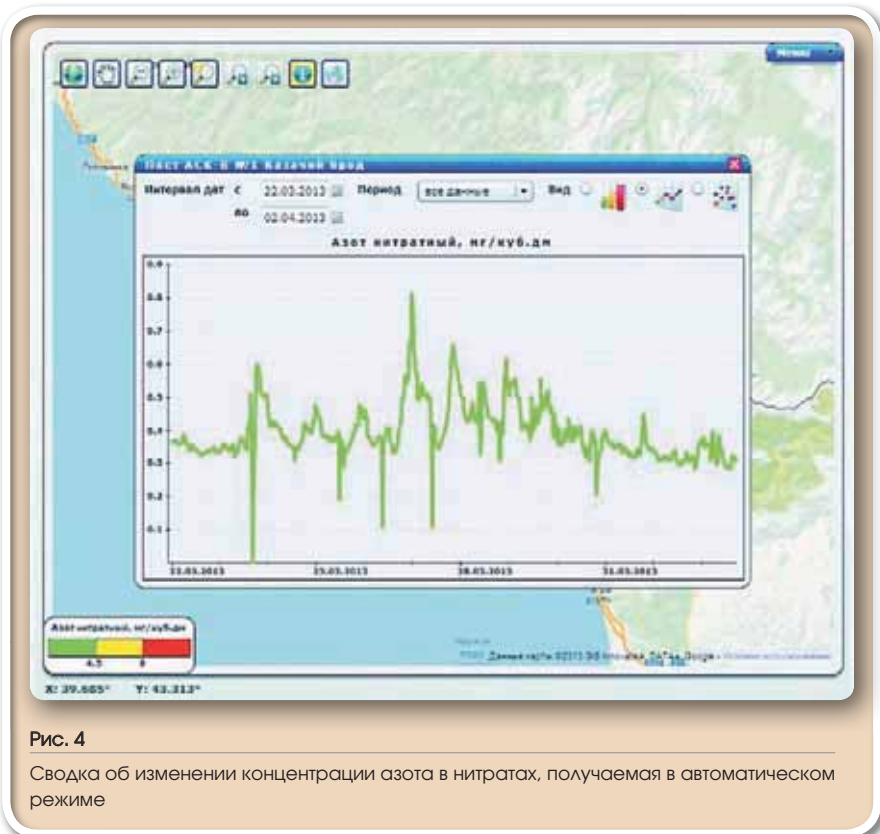


Рис. 4

Сводка об изменении концентрации азота в нитратах, получаемая в автоматическом режиме

- возможности экстренного оповещения об установленных отклонениях;
- поддержки принятия должностными лицами обоснованных решений по управлению экологической ситуацией;
- формирования отчетности и представления администрации региона и надзорным органам достоверной информации.

Использованные источники информации

1. РД 52.24.309-2011. Организация и проведение режимных наблюдений за загрязнением поверхностных вод суши [Текст]. – Введ. 2012-06-01. – Ростов-на-Дону, 2012. – 104 с.

2. Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды [Электронный ресурс]: официальный сайт Росгидромета: Режим доступа: <http://www.meteorf.ru/default.aspx> – Загл. с экрана.

3. Семенова И.В., Булгаков В.Г., Запева-лов М.А., Лобов А.И. Перспективы использования автоматизированных станций для контроля качества и охраны поверхностных вод // Труды 15 Международного научно-промышленного форума «Великие реки-2013». Секция 1. Рациональное использование и охрана водных ресурсов в бассейнах великих рек. – Н. Новгород, 2013.

4. Шершаков В.М., Булгаков В.Г., Сарычев С.А., Косых В.С. и др. Опытная эксплуатация системы комплексного экологического мониторинга Сочинского национального парка и прилегающих территорий в процессе строительства спор-

тивных и иных объектов и после ввода их в действие // Тезисы докладов Международной научной конференции по региональным проблемам гидрометеорологии и мониторинга окружающей среды. Россия, Казань, 2-5 октября 2012 г. – Казань, 2012. – С. 316.

[МОС]

Внимание!

Статью о других перспективных направлениях работы ЗАО «Экрос-Инжиниринг» читайте в журнале «Стандарты и качество» № 8-2013 г.

Специальное предложение компании «Экрос-Инжиниринг»!

Передвижная лаборатория анализа качества воды предназначена для проведения отбора проб контролируемых природных сред

с последующим проведением анализа или оперативного предоставления проб для анализа в стационарные лаборатории, например, в условиях экологического катаклизма. Передвижная лаборатория используется также для регулярного отбора проб в труднодоступных районах и по специальным маршрутам.



ПЕРЕДВИЖНАЯ ЛАБОРАТОРИЯ АНАЛИЗА КАЧЕСТВА ВОДЫ

Передвижные лаборатории в соответствии с требованиями потребителей и предназначением, комплектуются необходимым аналитическим и гидрохимическим оборудованием, а также средствами навигации, метеонаблюдения и передачи информационных данных.

Передвижная лаборатория может размещаться:

- ✓ на шасси цельнометаллического фургона (ГАЗель, Максус, Ford Transit, Renault Master, Fiat Ducato, WV Crafter и др.);
- ✓ на шасси грузовых малотоннажных или крупнотоннажных автомобилей (Валдай, ГАЗ, КамАЗ, Scania, MAN или аналоги) в кузовах-контейнерах;
- ✓ на прицепах различного исполнения в контейнерах.



ЗАО «Экрос-Инжиниринг»
www.ingecros.ru

Москва, 2-й Донской проезд, д. 10, стр. 4
Тел.: +7 (499) 553-06-26
Санкт-Петербург, Мальный пр., д. 58 «А», В.О
Тел.: +7 (812) 322-71-77