ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**ГОСТ Р 56055— 2014**

## Глобальная навигационная спутниковая система

# МОРСКАЯ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНАЯ ПОДСИСТЕМА. ПРОЕКТИРОВАНИЕ КОНТРОЛЬНО-КОРРЕКТИРУЮЩИХ СТАНЦИЙ

## Общие требования

**Издание официальное**

Москва
Стандартинформ
2015

gost.e-ecolog.ru

## Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Открытым акционерным обществом «Научно-технический центр современных навигационных технологий «Интернавигация» (ОАО «НТЦ «Интернавигация»)

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 363 «Радионавигация»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 1 июля 2014 г. № 685-ст

4 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

*Правила применения настоящего стандарта установлены в ГОСТ Р 1.0—2012 (раздел 8). Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодном (по состоянию на 1 января текущего года) информационном указателе «Национальные стандарты», а официальный текст изменений и поправок — в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ближайшем выпуске ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты». Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет (gost.ru)*

© Стандартинформ, 2015

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

## Содержание

1 Область применения . . . . . 1
2 Нормативные ссылки . . . . . 1
3 Термины, определения, обозначения и сокращения . . . . . 2
4 Функции ККС в составе морской дифференциальной подсистемы . . . . . 3
5 Состав оборудования ККС . . . . . 4
6 Технические характеристики оборудования ККС МДПС . . . . . 6
7 Требования к установке оборудования ККС МДПС . . . . . 8
Библиография . . . . . 14

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Глобальная навигационная спутниковая система**

# МОРСКАЯ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНАЯ ПОДСИСТЕМА. ПРОЕКТИРОВАНИЕ КОНТРОЛЬНО-КОРРЕКТИРУЮЩИХ СТАНЦИЙ

**Общие требования**

Global navigation satellite system. Maritime differential subsystem. Reference integrity monitoring stations design. General requirements

**Дата введения — 2015—01—01**

## 1 Область применения

Настоящий стандарт распространяется на контрольно-корректирующую станцию (далее — ККС), входящую в состав морской дифференциальной подсистемы глобальных навигационных спутниковых систем, используемой на водном транспорте [1].

Настоящий стандарт устанавливает требования к проектированию ККС, предназначенной для формирования и передачи корректирующей информации по сигналам глобальной навигационной спутниковой системы (далее — ГНСС).

Настоящий стандарт устанавливает требования к составу оборудования ККС, техническим и эксплуатационным характеристикам аппаратуры, выбору вариантов электропитания, требованиям к установке оборудования и спутниковых антенн.

Настоящий стандарт не распространяется на дополнительные возможности, связанные с вычислительными функциями и передачей выходных данных, которые обеспечены аппаратурой ККС и не должны ухудшать основные характеристики ККС.

## 2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 32449—2013 Глобальная навигационная спутниковая система. Станция контрольно-корректирующая локальная гражданского назначения. Технические требования

ГОСТ Р 52928—2010 Система спутниковая навигационная глобальная. Термины и определения

ГОСТ Р 55109—2012 Глобальные навигационные спутниковые системы. Морские дифференциальные подсистемы. Система дистанционного контроля и управления. Общие требования, методы и требуемые результаты испытаний

Примечание — При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет или по ежегодному информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по выпускам ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты» за текущий год. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана недатированная ссылка, то рекомендуется использовать действующую версию этого стандарта с учетом всех внесенных в данную версию изменений. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, то рекомендуется использовать версию этого стандарта с указанным выше годом утверждения (принятия). Если после утверждения настоящего стандарта в ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, внесено изменение, затрагивающее положение, на которое дана ссылка, то это положение рекомендуется применять без учета данного изменения. Если ссылочный стандарт отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, рекомендуется применять в части, не затрагивающей эту ссылку.

**Издание официальное**

## 3 Термины, определения, обозначения и сокращения

### 3.1 Термины и определения

В настоящем стандарте применены термины по ГОСТ Р 52928, а также следующие термины с соответствующими определениями:

3.1.1 **возраст поправок:** Разность между отсчетом времени в заголовке сообщения RTCM о поправках (модифицированный Z-счет) и текущим временем ГНСС.

3.1.2 **геометрический фактор:** Величина, характеризующая качественную оценку точности измерений координат и времени в спутниковых навигационных системах.

3.1.3 **дифференциальные поправки:** Корректирующие поправки, передаваемые контрольно-корректирующей станцией для повышения точности определения координат места.

3.1.4 **контрольная станция;** КС: Оборудование и программно-вычислительное средство, входящее в состав ККС и предназначенное для оперативного контроля состояния и управления функционированием ККС и радиомаяком с заданными характеристиками.

3.1.5 **корректирующая информация;** КИ: Данные, содержащие дифференциальные поправки к измеряемым навигационным параметрам, и другие сообщения, используемые в навигационной аппаратуре потребителя для повышения точности навигационных определений.

3.1.6 **морская дифференциальная подсистема;** МДПС: Комплекс технических средств, включающий в себя ККС и морской радиомаяк с соответствующими инфраструктурами, обеспечивающий определение дифференциальных поправок и передачу корректирующей информации для повышения точности и надежности навигационных определений с помощью глобальных навигационных спутниковых систем.

3.1.7 **опорная станция;** ОС: Радиотехническое оборудование, входящее в состав ККС, устанавливаемое в точке с известными координатами, предназначенное для расчета дифференциальных поправок и формирования корректирующей информации в формате RTCM.

3.1.8 **переустановка данных ККС:** Процедура очистки памяти приемников ККС и переустановка оператором параметров управления оборудованием ККС.

3.1.9 **разность псевдодальностей:** Неисправленная составляющая погрешности каждой поправки псевдодальности.

3.1.10 **разность скорости изменения псевдодальности:** Разность между последней полученной поправкой скорости изменения псевдодальности и текущей скоростью изменения псевдодальности, измеренной на станции интегрального контроля.

3.1.11 **система координат:** Опорная система координат, используемая для расчета координат места.

3.1.12 **системная шкала времени ГНСС:** Шкала времени, предназначенная для временной привязки основных процессов во всех подсистемах ГНСС.

3.1.13 **станция интегрального контроля;** СИК: Радиотехническое оборудование, входящее в состав ККС и предназначенное для непрерывного контроля содержания дифференциальных сообщений, формируемых опорной станцией, а также целостности сигналов ККС и параметров радиомаяка.

3.1.14 **скорость передачи данных:** Число информационных битов, передаваемых в секунду.

3.1.15 **удаленная контрольно-управляющая станция;** УКУС: Оборудование и программно-вычислительное средство, входящее в состав ККС и предназначенное для удаленного оперативного контроля состояния и управления функционированием ККС и радиомаяка заданными характеристиками.

### 3.2 Обозначения и сокращения

В настоящем стандарте применены следующие обозначения и сокращения:

АИД-Д — аппаратура избирательного доступа декодирующая;
АИД-К — аппаратура избирательного доступа кодирующая;
АИС — автоматическая идентификационная система;
АСУ — антенно-согласующее устройство;
ГАЛИЛЕО — европейская глобальная спутниковая система;
ГЛОНАСС — глобальная навигационная спутниковая система;
ГНСС — глобальная навигационная спутниковая система;
ИД — избирательный доступ;
ИБП — источник бесперебойного питания;
КВИ — координатно-временная информация;

ПДУ — пульт дистанционного управления;
РМк — радиомаяк;
C/A — грубый поиск и захват сигнала;
СТ — стандартная точность;
MSK — манипуляция минимальным фазовым сдвигом;
G1D — класс излучения радиомаяка;
GPS — глобальная навигационная спутниковая система Соединенных Штатов Америки;
RRC — скорость изменения псевдодальности;
RSIM — программный комплекс управления;
RTCM — Радиотехническая комиссия по морской службе.

## 4 Функции ККС в составе морской дифференциальной подсистемы

### 4.1 Назначение МДПС

Погрешность определения координат места судна на подходах к портам, в узкостях, в районах с ограниченной свободой маневрирования, при движении по внутренним водным путям, а также для всепогодного наведения при спасении терпящих бедствие определена в [2] и не должна превышать 10 м (для $P$ = 95 %) [2].

Дискретность информации не должна превышать 1 с, если координатно-временная информация предназначена для использования в системах управления движения судном или в картографических устройствах.

Повышение точности и целостности навигационных измерений обеспечивается с помощью ККС, входящей в состав морской дифференциальной подсистемы, которая является функциональным дополнением глобальных навигационных спутниковых систем ГЛОНАСС, GPS и ГАЛИЛЕО в соответствии с [3], [4]. Технология повышения точности основана на получении абсолютных координат объекта с использованием дифференциальных поправок, формируемых ККС в точке с известными координатами и передаваемых по выделенному каналу связи для повышения точности определения координат места судна.

Резолюция [5] регламентирует эксплуатационные требования к МДПС:
- гарантию длительного использования информации ККС;
- надежную, без выключения, работу;
- постоянный контроль работоспособности системы, точности обсерваций, получаемых с ее помощью, а также передачу пользователям информации о целостности.

### 4.2 Задачи, решаемые МДПС

МДПС ГЛОНАСС/GPS/ГАЛИЛЕО предназначена для решения следующих задач:
- повышения навигационной безопасности судовождения при плавании по фарватерам, рекомендованным путям, системам разделения движения судов и в районах с ограниченными возможностями маневрирования;
- обеспечения систем управления движением судов информацией о координатах местоположения судов;
- внедрения АИС для контроля движения судов с опасными грузами, а также за судами, место которых должно точно и автоматически контролироваться;
- улучшения условий охраны морских ресурсов;
- создания полигонов для определения маневренных характеристик судов;
- обеспечения специальных работ, которые включают в себя:
  - обследование акваторий при строительстве новых портовых комплексов;
  - проведение дноуглубительных работ и контроль за их выполнением;
  - гидрографическое траление;
  - точное выставление средств навигационного ограждения;
  - высокоточную геодезическую привязку опорных пунктов и знаков на подходах к новым портовым комплексам.

МДПС ГНСС способствует оказанию помощи в аварийных ситуациях и других чрезвычайных происшествиях за счет высокоточного определения места бедствия, разлива нефти и др.

Установка ККС целесообразна в районах, для которых характерны:
- плотный поток судов,
- трудные гидрографические, гидрологические и метеорологические условия плавания;
- наличие узких и протяженных каналов и фарватеров со сложной конфигурацией, где маневрирование судов ограничено.

## 5 Состав оборудования ККС

Морская дифференциальная подсистема ГНСС условно может быть разделена на отдельные блоки (узлы), каждый из которых является необходимой составной частью МДПС.

В соответствии с [6] и [7] в состав дифференциальной подсистемы должно входить следующее оборудование:

1 РМк, включающий в себя два полукомплекта передатчиков, антенну с антенно-согласующим устройством (АСУ) и противовесом.

2 ККС, включающая в себя:

- основной и резервный комплекты ОС с MSK-модулятором;
- основной и резервный комплекты СИК;
- аппаратуру избирательного доступа (ИД);
- контрольную станцию (КС) с программно-аппаратным комплексом.

3 Удаленная контрольно-управляющая станция.

Полная комплектация ККС со 100 %-ным резервированием аппаратуры ОС и СИК представлена на рисунке 1.

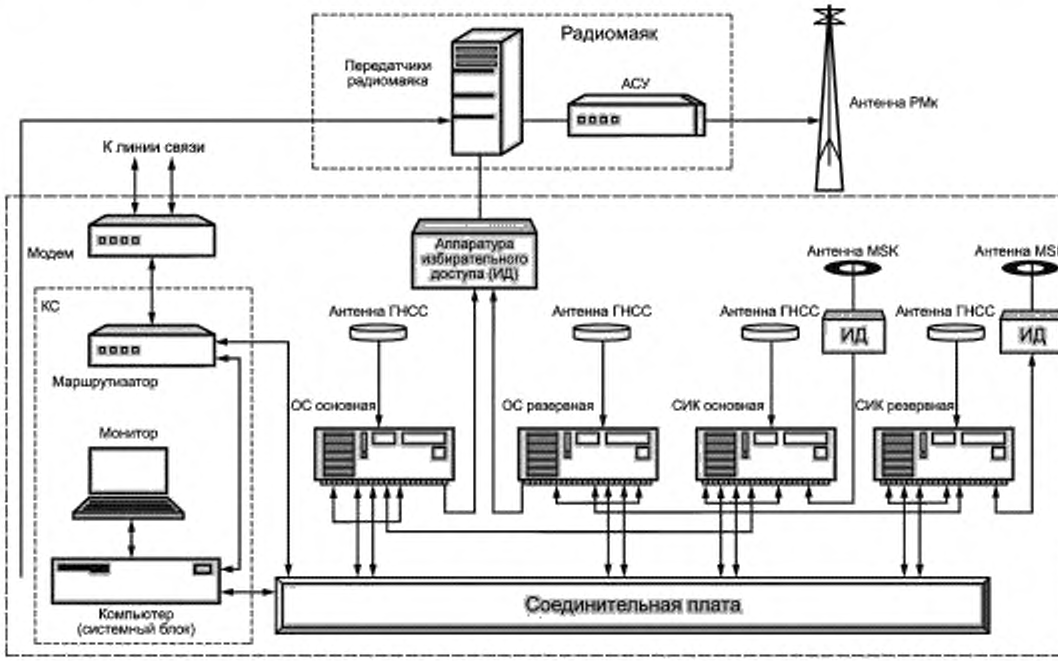



Рисунок 1 — Контрольно-корректирующая станция ГНСС ГЛОНАСС/GPS/ГАЛИЛЕО

### 5.1 Радиомаяк

В состав РМк входят передатчики и АСУ, выполняемое в виде встроенного или выносного блока. РМк обеспечивает формирование частот дискретно через 500 Гц и передачу корректирующей информации в диапазоне частот от 283,5 до 325 кГц [7].

Модуляция частоты передатчика осуществляется методом MSK — класс излучения G1D.

Мощность передатчика от 200 до 1000 Вт обеспечивает дальность действия ККС свыше 300 км с учетом получения заданной точности, требуемой надежности и доступности дифференциальной подсистемы.

Радиомаяк должен обеспечивать работу:

- основного и резервного полукомплектов передатчиков с использованием антенн, имеющих круговую диаграмму направленности в азимутальной плоскости;

- системы автоматики, контролирующей исправную работу передатчиков. При выходе из строя основного передатчика осуществляется переключение на резервный комплект с настройкой антенного блока.

### 5.2 Опорная станция

ОС включает в себя основной и резервный комплекты аппаратуры, осуществляющие:

- прием, обработку сигналов и вычисление поправок псевдодальностей для спутников, которые находятся в зоне радиовидимости ОС, выше заданного угла отсечки;
- преобразование корректирующей и вспомогательной информации в стандартные сообщения в формате RTCM для последующей их передачи по коаксиальной линии связи к передатчику радиомаяка.

ОС имеет два порта для обмена информацией с контрольной станцией, используя RSIM сообщения.

Приемный порт ОС соединен со станцией интегрального контроля, которая обеспечивает периодическую обратную связь с ОС, используя RSIM сообщение.

СИК оповещает ОС о нарушениях в работе спутника или превышении порога точности при решении навигационной задачи.

В состав ОС входят 24- или 32-канальные приемники сигналов ГЛОНАСС, GPS, ГАЛИЛЕО, способные формировать дифференциальные поправки.

### 5.3 Станция интегрального контроля

СИК в себя включает основной и резервный комплекты в соответствии с [6]:

- прием сигналов спутников, которые находятся в зоне радиовидимости ОС, выше заданного угла отсечки;
- прием дифференциальных поправок;
- проверку содержания дифференциальных сообщений, передаваемых опорной станцией;
- контроль целостности передачи сигналов дифференциальных поправок.

Контролируемые параметры включают в себя оценку:

- характеристик MSK сигналов;
- потока RTCM сообщений;
- точности корректируемых псевдодальностей и результирующие измеренные координаты.

СИК работает на основе сравнения расчетных и измеренных псевдодальностей. Анализ остаточных после ввода поправок значений псевдодальностей позволяет оценивать характеристики дифференциальной подсистемы.

Сообщения на выходе СИК содержат информацию об ошибках измерений от отдельных спутников, что обеспечивает контроль работы ОС.

Пороговые значения и период времени для срабатывания сигнала тревоги устанавливаются пользователем дифференциальной подсистемы.

В случае превышения порога одним из параметров СИК немедленно передает сигнал тревоги на ОС, предупреждая об опасности, и информирует о состоянии дифференциальной подсистемы.

СИК позволяет осуществлять полный контроль работы ККС. Совместная работа ОС и СИК позволяет исключать из корректирующих сообщений ошибки, вызываемые сбоями в работе спутника в период между закладкой альманаха данных.

### 5.4 Контрольная станция

КС обеспечивает в реальном масштабе времени оперативный контроль состояния и управление функционированием ККС с заданными характеристиками.

КС принимает предупреждения и сигналы тревоги от ОС, а также сообщения о состоянии дифференциальной подсистемы [6].

Возможности контроля состояния системы с помощью КС минимизируют перерывы в обслуживании при возникновении сбоев и нарушениях нормальной работы дифференциальной подсистемы.

КС обеспечивает оповещение морских пользователей информацией о состоянии ГНСС и МДПС и ожидаемых перерывах в работе. КС должна обеспечивать хранение данных о состоянии системы с целью их анализа и выработки корректирующих воздействий операторами системы.

Программа RSIM обеспечивает полный контроль параметров ОС и радиомаяка, а также возможность управления работой ОС и СИК, включая изменения характеристик передач, переустановку данных, конфигурирование системы.

Для обеспечения эффективного контроля необходимо использовать надежные каналы связи между ОС и КС, обладающие быстродействием и способные работать в реальном масштабе времени.

### 5.5 Аппаратура избирательного доступа

Режим избирательного доступа определяет уровень доступа к корректирующей информации для определенной группы потребителей, оборудованных соответствующей аппаратурой, которым разрешено использовать дифференциальные поправки, передаваемые ККС МДПС.

Режим ИД осуществляется с помощью специальных аппаратно-программных средств.

На ККС устанавливается аппаратура избирательного доступа кодирующая (АИД-К), а в судовой аппаратуре потребителей используется аппаратура избирательно доступа декодирующая (АИД-Д).

Информация о введении режима ИД, ограничивающего использование поправок, доводится до потребителей, имеющих соответствующий уровень доступа к информации и находящихся в зоне действия МДПС.

### 5.6 Удаленная контрольно-управляющая станция

Организация дистанционного оперативного контроля и управление работой ККС обеспечивается наличием в составе ККС комплекса оборудования удаленной контрольно-управляющей станции.

Для обеспечения эффективного контроля используется надежный канал связи «УКУС—ККС», способный работать в реальном масштабе времени в соответствии с ГОСТ Р 55109.

В качестве канала связи может использоваться:

- стандартный телефонный канал со скоростью передачи данных не менее 2400 Бод;
- радиорелейная линия связи;
- спутниковый канал связи;
- сотовая связь.

Основное условие — обеспечение высокоскоростной устойчивой связи ККС с удаленным центром контроля.

## 6 Технические характеристики оборудования ККС МДПС

### 6.1 Технические характеристики передатчика радиомаяка [7]

1 Диапазон частот от 283,5 до 325 кГц.

2 Класс излучения — G1D (метод модуляции MSK — манипуляция минимальным фазовым сдвигом).

3 Максимальная скорость передачи поправок — 200 Бод.

4 Мощность передатчика 200 Вт на нагрузке:
- сопротивление Rэ = 4 Ом;
- емкость С = 600 пФ.

5 Параметры антенн, с которыми согласуется передатчик:
- сопротивление от 2 до 20 Ом;
- емкость от 290 до 1100 Пф.

6 Управление передатчиком — дистанционное.

7 Мощность потребления передатчика не более 800 Вт.

8 Диапазон рабочих температур:
- пульт дистанционного управления — от минус 10 °С до плюс 50 °С;
- передатчик и блок питания — от минус 50 °С до плюс 50 °С.

9 Диапазон предельных температур — от минус 60 °С до плюс 65 °С.

10 Относительная влажность — 98 %.

11 Степень защиты: передатчика, блока питания и блока грозозащиты —1Р65, ПДУ — 1Р20.

12 Длина кабеля между передатчиком и опорной станцией до 200 м.

### 6.2 Технические характеристики опорной станции

1 Число параллельных каналов приемника 24—32.

2 Тип принимаемого сигнала С/А, СТ-код в диапазоне L1 (ГНСС ГЛОНАСС/GPS) и в диапазоне L1/E5a/E5b (ГНСС ГАЛИЛЕО).

3 Погрешность измерения псевдодальности — не более 0,3 м.

4 Интервал обновления и выдачи данных < 0,5 с.

5 Время первого определения при включении < 2 мин.

6 Типы передаваемых сообщений — по [6].

7 Совместимость с форматом RSIM — обязательна.

8 Число последовательных портов RS-232 для связи с другими устройствами — не менее трех.

9 MSK-модулятор встроенный.

10 Ввод и переустановка исходных данных — с помощью клавиатуры с возможностью отображения параметров на дисплее.

11 Напряжение питания:

- сеть переменного тока — 220 В (+10 %, –15 %), 50 Гц ± 5 %;
- сеть постоянного тока 11—36 В.

12 Диапазон рабочих температур:

- аппаратура внутри помещений от 0 °С до плюс 50 °С;
- антенны, вне помещения от минус 40 °С до плюс 65 °С.

13 Длина антенного кабеля не менее 30 м.

### 6.3 Технические характеристики станции интегрального контроля

1 Число каналов приемника 24—32.

2 Тип принимаемого сигнала С/А, СТ-код в диапазоне L1 (ГНСС ГЛОНАСС/GPS) и в диапазоне L1/E5a/E5b (ГНСС ГАЛИЛЕО).

3 Время первого определения при включении < 2 мин.

4 Диапазон частот приемника поправок: 283,5—325 кГц.

5 Типы принимаемых сообщений — по [6].

6 Совместимость с форматом RSIM — обязательна.

7 Число последовательных портов RS-232 для связи с другими устройствами — не менее трех.

8 Демодулятор — встроенный.

9 Ввод и переустановка исходных данных — с помощью клавиатуры и возможностью отображения параметров на дисплее.

10 Напряжение питания:

- сеть переменного тока — 220 В (+10 %, –15 %), 50 Гц ± 5 %;
- сеть постоянного тока — 11—36 В.

11 Диапазон рабочих температур:

- аппаратура внутри помещений от 0 °С до плюс 50 °С;
- антенны вне помещения от минус 40 °С до плюс 65 °С.

12 Длина антенного кабеля:

- к ГНСС антенне — 30 м;
- к MSK-антенне — 15 м.

### 6.4 Контрольная станция

Контрольная станция с программно-аппаратным комплексом RSIM обеспечивает контроль и управление работой ОС, СИК и передатчиком радиомаяка. Требования к установке компьютера КС определяются общими требованиями, предъявляемыми к персональным компьютерам при их эксплуатации в помещениях.

### 6.5 Характеристики оборудования УКУС

УКУС в составе морской дифференциальной подсистемы предназначена для дистанционного и оперативного контроля состояния и управления режимами работы аппаратуры ККС и радиомаяка с заданными характеристиками в соответствии с ГОСТ Р 55109.

Программное обеспечение в составе УКУС предоставляет возможность осуществлять удаленный контроль и управление оборудованием ККС.

Состав УКУС включает в себя:

- компьютер;
- сетевую плату и кабели для работы в составе локальной сети;
- монитор, клавиатуру, мышь;
- программное обеспечение;
- маршрутизатор для распределения потоков информации;
- модем для соединения с каналом связи.

Диапазон рабочих температур от 0° до плюс 50° .

Напряжение питания 220 (+22, –33) В; (50,0 ± 2,5) Гц.

Потребляемая мощность не более 80 Вт.

## 7 Требования к установке оборудования ККС МДПС

### 7.1 Общие положения

В соответствии с [6] и [7] МДПС ГЛОНАСС/GPS/ГАЛИЛЕО должна создаваться на базе действующих радиомаяков.

Функционирование РМк поддерживается государственными структурами, а их работа координируется международными организациями.

Регламент радиосвязи [8, пункт 466] определяет, что радиомаяки морской радионавигационной службы, которые работают в диапазоне частот от 283 до 325 кГц, могут передавать дополнительную навигационную информацию.

Инфраструктура морских радиомаяков включает в себя передатчики, антенную систему, энергоснабжение, что позволяет существенно снизить расходы на создание морской дифференциальной подсистемы ГНСС и не требует оплаты канала связи для передачи дифференциальных сообщений.

Проектирование, строительство и оборудование ККС МДПС, включает в себя:

- предварительную топографическую съемку местности;
- выбор оптимального места размещения спутниковых антенн и антенны радиомаяка с учетом рельефа местности;
- оценка существующей инфраструктуры — наличие строений, вышек, мачт.

При выборе места размещения спутниковых антенн существуют два основных ограничения в соответствии с [9].

1 Формирование и передача дифференциальных поправок должна осуществляться для спутников с углами возвышения над горизонтом от 7,5° до 15,0°.

Различные строения, возвышенности, окружающий лес и другие мешающие объекты могут вызывать затенение антенны в горизонтальной плоскости, что приводит к прерыванию приема сигналов от спутников.

Поэтому спутниковые антенны должны располагаться в таком месте, чтобы минимизировать воздействие окружающих объектов в горизонтальной плоскости диаграммы направленности спутниковых антенн.

Спутники, которые расположены ниже угла возвышения 7,5° и находятся на слежении, при превышении ими данного предела осуществляют передачу поправок по данному спутнику.

2 Необходимость минимизации эффекта многолучевости принимаемых спутниковых сигналов.

Эффект возникает за счет отражения спутниковых сигналов от близко расположенных к антенне металлических объектов, строений, имеющих хорошую отражающую способность.

Металлические конструкции, мачты и другие предметы, находящиеся вблизи спутниковых антенн, должны быть удалены.

### 7.2 Требования к установке оборудования радиомаяка

#### 7.2.1 Требования к установке передатчика радиомаяка

Передатчик радиомаяка выполняется в виде моноблока водозащищенного исполнения, настольной конструкции или в стойке. Водозащищенная конструкция позволяет устанавливать передатчик в непосредственной близости от точки питания антенны, что повышает его эффективность по сравнению с использованием выносного АСУ.

РМк могут располагаться в труднодоступных районах, вследствие чего к ним предъявляются повышенные требования, касающиеся надежности, экономичности и автономности работы.

Повышение надежности РМк достигается резервированием передатчиков, применением двух полукомплектов передающего оборудования.

Блок питания и грозозащиты имеют настенную конструкцию, а ПДУ — настольную. Данные блоки устанавливаются в служебных помещениях.

РМк устанавливается, как правило, на побережье и рассчитан для работы с антеннами, имеющими круговую диаграмму направленности в азимутальной плоскости.

При выборе типа передающей антенны РМк учитываются рельеф местности и условия прохождения радиоволн.

В составе ККС используются Т-образные или зонтичные антенны.

В зависимости от местных условий антенный противовес может быть заземлен, изолирован от земли или располагаться на высоте до 2 м.

Антенна зонтичного типа по сравнению с Т-образной занимает минимальную площадь. В составе ККС применяются зонтичные антенны типа АЗ-8 (высота 8 м ) или АЗ-20 (высота 20 м).

Эффективность Т-образной антенны выше, чем зонтичной, однако она требует большей площади земельного участка, а также установки двух опор для размещения полотна антенны.

**7.2.2 Требования к установке антенно-согласующего устройства**

АСУ, обеспечивающее настройку антенны радиомаяка, предназначено для:

- автоматической настройки и согласования антенны и коаксиального кабеля сопротивлением 50 Ом от передатчика;
- автоматической компенсации изменения активной и реактивной составляющих антенны;
- изменения параметров, а также их контроля и мониторинга, включая стабилизацию тока в антенне путем регулировки уровня излучаемой мощности передатчика при подключении к передатчику по последовательному порту.

Возможность удаленного контроля параметров АСУ позволяет устанавливать блок АСУ на удалении от передатчика. Длина кабеля от передатчика до АСУ составляет 200 м.

Настройка на несущую частоту осуществляется с помощью вариометров.

Грубая настройка осуществляется с помощью подключения к отводам на катушке, а точная настройка проводится путем изменения положения удлинительной катушки. Система автоподстройки приводит вариометр и коммутатор удлинительной катушки в состояние резонанса тока в антенне.

Плата управления осуществляет измерение параметров.

АСУ размещается в водонепроницаемой стойке, что позволяет размещать его вблизи антенны. Кабель заземления прокладывается от центра противовеса к разъему на нижней части стойки АСУ.

**7.3 Требования к размещению антенн ГНСС GPS/ГЛОНАСС/ГАЛИЛЕО**

Полная комплектация дифференциальной подсистемы (рисунок 1) включает в себя четыре спутниковые антенны — две антенны ОС, две антенны СИК и две MSK-антенны радиомаячного диапазона.

Антенны ГНСС устанавливаются парами, которые включают в себя антенны ОС и СИК. Пары антенн должны быть разнесены на максимально возможное расстояние. Антенна ОС одной пары работает совместно с антенной СИК другой пары в соответствии с [9].

Это обеспечивает уменьшение идентичности эффекта многолучевости, воздействующего на антенны ОС и СИК.

Чем больше расстояние между антеннами, тем меньше одинаковость воздействия многолучевости. Как правило, разнос пар антенн должен составлять не менее 22 м.

Для установки спутниковых антенн необходимо использовать отдельные геодезические постаменты, которые устанавливаются вертикально.

В верхнее основание постамента монтируется адаптер от геодезических штативов для крепления спутниковых антенн. Постамент должен быть изготовлен из материала с малым коэффициентом линейного расширения, чтобы перепады температур не оказывали влияния на смещение фазовых центров антенн.

Постаменты изготавливаются из железобетона, в верхнее основание которых вмуровываются геодезические марки.

Постамент должен выдерживать ветровые нагрузки при скорости ветра 50 м/с и иметь фундамент, заглубленный в грунт до 1,8 м для обеспечения его неподвижности с учетом сезонного смещения грунта и подпочвенных вод. Антенны ГНСС устанавливаются на постаментах высотой 3—6 м.

Для установки антенн ГНСС могут использоваться также металлические мачты. Спутниковые антенны должны устанавливаться вне зоны размещения наземного контура антенного поля радиомаяка. Поэтому антенны ОС должны быть разнесены с учетом максимальной длины антенных кабелей опорных станций на 30 м. Минимальное расстояние между антеннами ОС может составлять 0,5 м.

Прокладка кабеля осуществляется по кабельному каналу, проложенному на глубине порядка 0,3 м, к помещению, где размещена аппаратура ККС.

Приемная MSK-антенна, которая входит в состав станции интегрального контроля, может крепиться на любом основании с учетом максимальной длины кабеля 15 м. Каждая антенная мачта (постамент) должна иметь надежное заземление для защиты от грозовых разрядов. С этой целью к мачте крепится шина заземления.

**7.4 Требования к помещениям**

Для размещения оборудования ККС должны быть предусмотрены два помещения:

- аппаратная, где размещаются аппаратура ОС, СИК, КС, ИБП;
- служебное, где устанавливаются передатчики РМк, блок питания РМк и аккумуляторные батареи.

В помещении, где устанавливается оборудование ККС, должен поддерживаться следующий температурно-влажностный режим: диапазон изменения температур от 0 °С до минус 50 °С и влажность 95 % без конденсации. Для этого в помещениях должны быть предусмотрены грелки.

Для размещения аппаратуры ККС рекомендуется использовать стандартную стойку. Стойка должна иметь подвод всех питающих напряжений и открытую переднюю и заднюю панели.

В служебном помещении и в аппаратной должны быть смонтированы розетки для подключения комплекса аппаратуры ККС и РМк. Должно быть указано место ввода кабеля питающего напряжения от основной, резервной сети и дизель-генератора.

Должно быть указано место ввода кабеля питающего напряжения от основной, резервной сети и дизель-генератора, а также расположение розеток в помещении. В помещениях должна быть проложена общая шина заземления.

### 7.5 Требования к электропитанию

Все оборудование ККС рассчитано на работу от силовой сети переменного тока напряжением 220 В, частотой 50 Гц или от сети постоянного тока напряжением от 10 до 30 В.

Схема электропитания аппаратуры ККС показана на рисунке 2.

Для бесперебойной работы оборудования дифференциальной подсистемы должно быть предусмотрено питание от независимых сетей:

- сети переменного тока $U$ = 220 В, 50 Гц;
- дизель-генератора $U$ = 220 В, 50 Гц;
- резервной сети, в качестве которой используются ИБП.

Для питания оборудования ККС, включая компьютер контрольной станции, модем и маршрутизатор, необходимо использовать ИБП, мощностью 2,5 кВт.

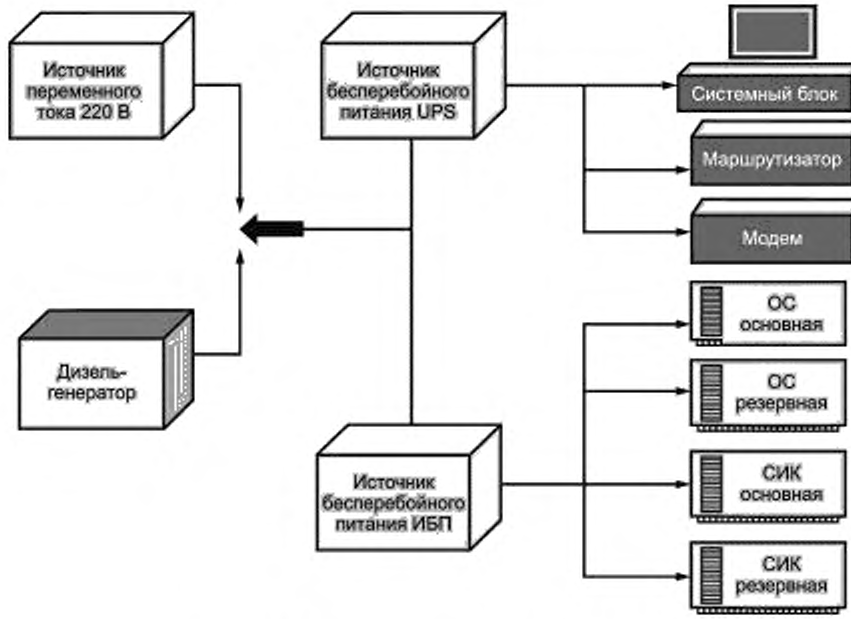



Рисунок 2 — Схема электропитания аппаратуры ККС

ИБП должны иметь выходные порты, обеспечивающие возможность подключения системного блока компьютера, монитора, модема и маршрутизатора. Используется схема питания оборудования ОС, СИК и КС через буфер.

В этом случае аппаратура постоянно питается от ИБП, а источник переменного тока (силовая сеть 220 В или дизель-генератор) используется для подзарядки аккумуляторных батарей ИБП-буфера.

В случае пропадания питания от основной сети и дизель-генератора оборудование ККС питается от резервной сети (аккумуляторов) ИБП.

В комплект поставки радиомаяка должна входить герметичная аккумуляторная батарея напряжением 36 В, емкостью не менее 100—125 Ач.

Подача питания на аккумуляторы и РМк после запуска дизель-генератора должна проводиться автоматически. Схема межблочных соединений и питания РМк показана на рисунке 3.

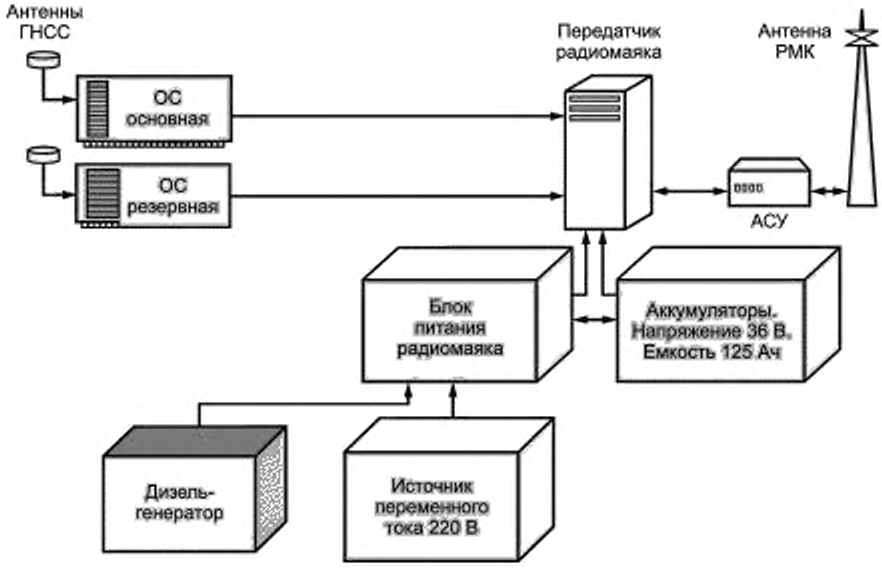



Рисунок 3 — Схема межблочных соединений и питания радиомаяка

Для работы оборудования ОС в необслуживаемом режиме необходимо предусмотреть установку датчика звуковой наружной сигнализации, которая включается при прерывании питания первичной сети. Должны быть предусмотрены меры противопожарной безопасности и защиты от несанкционированного проникновения посторонних лиц на объект.

### 7.6 Требования к каналу связи для дистанционного управления

Для организации дистанционного контроля и управления работой ККС МДПС предусмотрен комплекс оборудования УКУС, устанавливаемый на удаленном пункте контроля. Для этой цели необходимо иметь надежный канал связи «УКУС—ККС». В качестве канала связи с ККС может использоваться:

- специально выделенный телефонный канал со скоростью передачи данных не менее 2400 Бод;
- радиорелейная линия;
- сотовая связь;
- спутниковый канал связи.

Основное условие канала связи — обеспечение устойчивой связи ККС с удаленным центром контроля. Применение сотового и стандартного телефонного каналов связи обеспечивает обмен информацией между КС и ККС со скоростями от 1200 до 2400 Бод. Из-за низкого качества канала связи не могут быть полностью реализованы возможности современных модемов, устанавливаемых на КС и предназначенных для передачи данных со скоростями до 33000 Бод. Устойчивая и надежная связь УКУС с ККС может быть обеспечена при использовании радиорелейной линии связи.

### 7.7 Требования к размещению оборудования УКУС

Для размещения оборудования УКУС на удаленном пункте контроля должно быть предусмотрено служебное помещение, где размещается комплекс оборудования, состав которого определяется спецификацией комплекта оборудования УКУС и технических средств связи «УКУС — ККС».

В помещении, где устанавливается оборудование, должен поддерживаться температурно-влажностный режим, обеспечивающий нормальную работу компьютерного оборудования. Для этого в помещениях должны быть предусмотрены обогревательные приборы и кондиционер.

Радиорелейная линия связи или стационарная станция сотовой связи размещаются в месте, обеспечивающем удобное подключение модема. В помещении должна быть проложена общая шина заземления.

### 7.8 Требования к электропитанию УКУС

Для питания оборудования УКУС должна использоваться силовая сеть переменного тока напряжением 220 В, частотой 50 Гц.

Силовую сеть используют для питания:

- компьютера УКУС;
- модема;
- маршрутизатора;
- принтера;
- компьютера УКУС.

Приемник ГЛОНАСС/GPS питается от сети постоянного тока напряжением — 10—30 В. Типовая схема электропитания аппаратуры УКУС показана на рисунке 4.

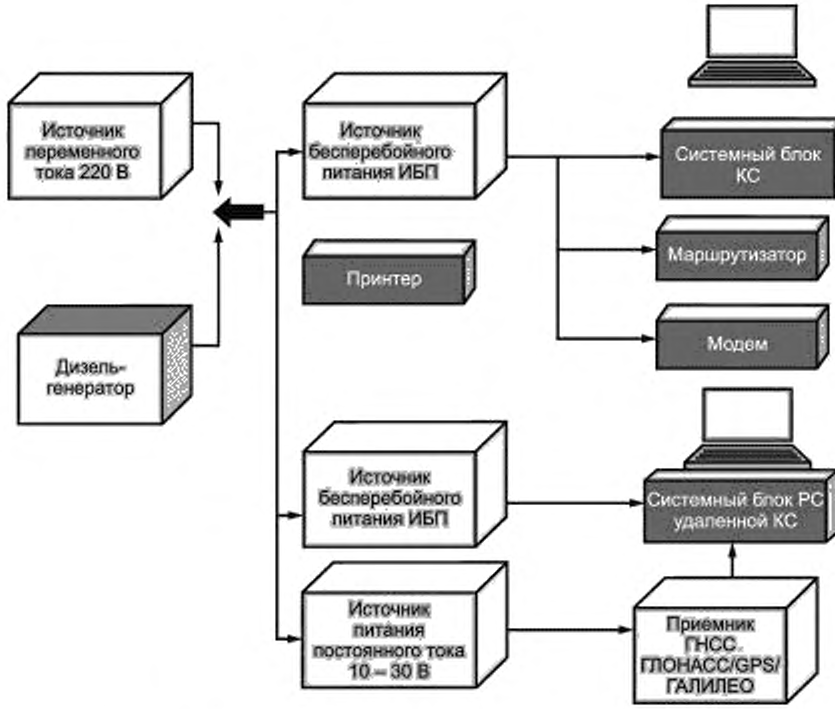



Рисунок 4 — Типовая схема электропитания аппаратуры УКУС

Для бесперебойной работы оборудования УКУС должно быть предусмотрено резервированное питание от независимых сетей:

- сети переменного тока $U$ = 220 В, 50 Гц;
- резервной сети, в качестве которой используется дизель-генератор.

В случае пропадания напряжения первичной сети 220 В оборудование должно питаться от резервной сети. В качестве аварийного предусмотрено питание от дизель-генератора. Аварийный дизель-генератор должен включаться автоматически при отключении сети 220 В переменного тока.

Для сохранения данных при прерывании питающей сети 220 В на время, необходимое для запуска дизель-генератора, оба компьютера, модем и маршрутизатор должны питаться от независимых ИБП мощностью не менее 1 кВт каждый. Питание принтера осуществляется от первичной сети 220 В. Для питания приемника ГЛОНАСС/GPS предусмотрен источник постоянного тока напряжением 11—32 В и мощностью не менее 15 Вт.

ИБП мощностью не менее 1,0 кВт должны иметь три выходных порта для подключения системных блоков компьютеров, модема и маршрутизатора. Используется схема питания оборудования УКУС

через буфер. Аппаратура постоянно питается от ИБП, а источник переменного тока и дизель-генератор используются для подзарядки аккумуляторных батарей — буфера.

В помещении должны быть смонтированы компьютерные розетки для подключения всего комплекса аппаратуры УКУС.

В помещении должны быть предусмотрены меры противопожарной безопасности и защиты от несанкционированного проникновения на объект.

### 7.9 Устойчивость к воздействию климатических факторов ККС МДПС

7.9.1 Оборудование радиомаяка:

- диапазон рабочих температур пульта дистанционного управления от минус 10 °С до плюс 50 °С;
- диапазон рабочих температур передатчика и блока питания от минус 50 °С до плюс 50 °С;
- диапазон предельных температур от минус 60 °С до плюс 65 °С;
- относительная влажность 98 %;
- степень защиты передатчика, блока питания и грозозащиты — 1Р65; ПДУ — 1Р20.

7.9.2 Оборудование ОС, размещаемое внутри помещения:

- диапазон рабочих температур от 0 °С до плюс 50 °С;
- относительная влажность 95 %.

7.9.3 Антенны ОС и СИК, размещаемые на открытом воздухе:

- диапазон рабочих температур от минус 40 °С до плюс 65 °С;
- относительная влажность — 95 %.

### 7.10 Надежность дифференциальной подсистемы и требования безопасности

Вероятность безотказной работы дифференциальной подсистемы должна составлять 99,9 %, т. е. в течение года дифференциальная подсистема должна находиться в нерабочем состоянии не более 9 ч.

Материалы, применяемые в конструкции РМк и составных частях оборудования ККС, не должны быть опасными и вредными. Все оборудование должно быть пожаробезопасным и взрывобезопасным.

Элементы конструкции оборудования ККС не должны иметь острых углов, кромок и поверхностей с неровностями, представляющих источник опасности.

В оборудовании должны быть предусмотрены меры, исключающие случайный доступ персонала к участкам конструкции, находящихся под опасным напряжением.

Все незащищенные металлические части оборудования должны быть заземлены, но это не должно вызывать замыкания любой клеммы источника питания на землю.

Конструкция оборудования должна удовлетворять требования безопасности при монтаже, эксплуатации и ремонте.

### 7.11 Испытания ККС на объекте

После завершения установки аппаратуры и завершения пусконаладочных работ должны быть проведены испытания ККС для подтверждения, что каждая отдельная часть, а также все оборудование ККС работают нормально и отвечают требованиям нормативных актов.

До начала испытаний должны быть разработаны и согласованы программа и методика испытаний ККС дифференциальной подсистемы.

До начала испытаний должен быть проведен анализ:

- данных, подтверждающих, что привязка антенн ГНСС выполнена с требуемой точностью;
- воздействия эффекта многолучевости сигналов. Для этого проводится набор статистических данных, которые должны подтвердить, что воздействие эффекта не приводит к искажению результатов измерений и предельная точность дифференциальной подсистемы находится в заданных пределах;
- работоспособности СИК, которая должна обеспечивать контроль параметров дифференциальной подсистемы.

После завершения проверок осуществляется запись результатов наблюдений на контрольных пунктах с целью получения оценки:

- точности привязки спутниковых антенн;
- точности навигационных измерений;
- эффекта затенения приема сигналов от спутников;
- мешающего воздействия окружающих сооружений на работу дифференциальной подсистемы.

Результаты приемки работ указываются в протоколах и оформляются актом.

## Библиография


| | | |
|---|---|---|
| [1] | Конвенция СОЛАС 1974 г. | Международная Конвенция по охране человеческой жизни на море 1974 г. (СОЛАС). Глава V. Безопасность мореплавания |
| [2] | Резолюция ИМО А.953(23) | Всемирная радионавигационная система |
| [3] | Интерфейсный контрольный документ | Глобальная навигационная спутниковая система ГЛОНАСС. Навигационный радиосигнал в диапазонах L1, L2 с открытым доступом и частотным разделением |
| [4] | Интерфейсный контрольный документ | Европейская ГНСС ГАЛИЛЕО. Открытая служба (OS) |
| [5] | Резолюция А.812(19) | Всемирная радионавигационная система |
| [6] | Стандарт RTCM. Версия 2.3 | Дифференциальные поправки для ГНСС, версия 2.3 |
| [7] | Рекомендации МСЭ-R.M.823 | Технические характеристики передачи дифференциальных поправок в глобальной навигационной спутниковой системе в диапазоне частот морских РМк 285—325 кГц |
| [8] | ITU 2012 | Регламент радиосвязи Международного союза электросвязи |
| [9] | Стандарт RTCM:90—94/SC104-1 1994 г. | Руководство по установке GPS-антенн в диффподсистеме DGPS и нормы проверок при освидетельствовании опорной станции дифференциальной подсистемы |

УДК 621.396.98.629.78:006.354 ОКС 47.020.70

Ключевые слова: глобальная навигационная спутниковая система, ГЛОНАСС, GPS, ГАЛИЛЕО, контрольно-корректирующая станция, опорная станция, дифференциальные подсистемы, проектирование, безопасность мореплавания

Редактор *Е.С. Котлярова*
Технический редактор *В.Н. Прусакова*
Корректор *Ю.М. Прокофьева*
Компьютерная верстка *И.А. Налейкиной*

Сдано в набор 24.12.2014. Подписано в печать 15.01.2015. Формат 60 × 84 1/8. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 2,32. Уч.-изд. л. 1,80. Тираж 35 экз. Зак. 359

Издано и отпечатано во ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ», 123995 Москва, Гранатный пер., 4.
gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru

gost.e-ecolog.ru