ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 58036— 2025 (ИСО 19901-5:2021)

Нефтяная и газовая промышленность

СООРУЖЕНИЯ НЕФТЕГАЗОПРОМЫСЛОВЫЕ МОРСКИЕ

Контроль нагрузки масс при проектировании и строительстве

(ISO 19901-5:2021, Petroleum and natural gas industries — Specific requirements for offshore structures — Part 5: Weight management, MOD)

Издание официальное

Москва
Российский институт стандартизации
2025

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 ПОДГОТОВЛЕН Обществом с ограниченной ответственностью «ЛУКОЙЛ-Инжиниринг» на основе официального перевода на русский язык англоязычной версии указанного в пункте 4 стандарта, который выполнен Федеральным государственным бюджетным учреждением «Российский институт стандартизации» (ФГБУ «Институт стандартизации»)

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 23 «Нефтяная и газовая промышленность»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 23 сентября 2025 г. № 1102-ст

4 Настоящий стандарт является модифицированным по отношению к международному стандарту ИСО 19901-5:2021 «Нефтяная и газовая промышленность. Специальные требования, предъявляемые к морским сооружениям. Часть 5. Управление массой» (ISO 19901-5:2021 «Petroleum and natural gas industries — Specific requirements for offshore structures — Part 5: Weight management», MOD) путем внесения технических отклонений, объяснение которых приведено во введении к настоящему стандарту, а также путем изменения его структуры для приведения в соответствие с правилами, установленными в ГОСТ 1.5—2001 (подразделы 4.2 и 4.3).

Наименование настоящего стандарта изменено относительно наименования указанного международного стандарта для приведения в соответствие с ГОСТ Р 1.5—2012 (пункт 3.5) и для увязки с наименованиями, принятыми в существующем комплексе национальных стандартов Российской Федерации.

Сопоставление структуры настоящего стандарта со структурой указанного международного стандарта приведено в дополнительном приложении ДА.

Сведения о соответствии ссылочных межгосударственных стандартов международным стандартам, использованным в качестве ссылочных в примененном международном стандарте, приведены в дополнительном приложении ДБ

5 ВЗАМЕН ГОСТ Р 58036—2017 (ИСО 19901-5:2016)

*Правила применения настоящего стандарта установлены в статье 26 Федерального закона от 29 июня 2015 г. № 162-ФЗ «О стандартизации в Российской Федерации». 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.e-ecolog.ru

© ISO, 2021
© Оформление. ФГБУ «Институт стандартизации», 2025

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 2
3 Термины и определения 2
4 Сокращения 5
5 Принципы контроля нагрузки масс 6
5.1 Общие положения 6
5.2 Контроль нагрузки масс на этапах жизненного цикла проекта 6
5.3 Цели контроля нагрузки масс 6
5.4 Схема оценки нагрузки масс на этапах жизненного цикла проекта 7
5.5 Условия нагружения 9
6 Контрольные массы 10
6.1 Общие положения 10
6.2 Цели 11
6.3 Плановая масса и предельная масса 11
6.4 Изменения контрольных масс 11
6.5 Контрольные массы на этапе эксплуатации 12
7 Контроль нагрузки масс на этапах жизненного цикла проекта 12
7.1 Концептуальное проектирование 12
7.2 Разработка проектной документации 16
7.3 Разработка рабочей документации 20
7.4 Строительство 21
7.5 Монтаж и пуско-наладочные работы 22
7.6 Эксплуатация 22
8 Положения о взвешивании оборудования и объемных элементов, нагрузке масс, предоставляемой поставщиками 23
8.1 Общие положения 23
8.2 Предоставление данных о нагрузке масс 24
8.3 Требования к взвешиванию 24
8.4 Процедура взвешивания 24
8.5 Устройства для взвешивания 25
8.6 Наблюдение за взвешиванием 26
8.7 Планирование взвешивания 26
8.8 Условия окружающей среды при взвешивании 26
8.9 Операция взвешивания 26
8.10 Временные элементы при операции взвешивания 26
8.11 Постоянные элементы, отсутствующие при взвешивании 27
8.12 Сертификат взвешивания 27
9 Требования к взвешиванию сборочно-монтажных единиц 27
9.1 Общие положения 27
9.2 Процедура взвешивания 27
9.3 Система взвешивания 28
9.4 Подготовка перед взвешиванием 29
9.5 Операция взвешивания 31
Приложение *А* (справочное) Структура базы данных по массе 33

Приложение *B* (справочное) Рекомендации по контролю нагрузки масс железобетонных конструкций 35
Приложение *C* (справочное) Переменные массы 37
Приложение *D* (справочное) Форма документирования контрольных масс (на примере контрольных масс *ВС МНГС* «эксплуатация на месторождении») 40
Приложение E (справочное) Пример матрицы принятия решений RAPID 41
Приложение *F* (справочное) Системы координат 43
Приложение *G* (справочное) Комментарии 46
Приложение *H* (справочное) Компетенции в области контроля нагрузки масс 50
Приложение J (справочное) Надбавки и резервы по массе 51
Приложение *K* (справочное) Формы сертификатов взвешивания 54
Приложение *L* (справочное) Неопределенность результатов взвешивания 58
Приложение ДА (справочное) Сопоставление структуры настоящего стандарта со структурой примененного в нем международного стандарта 61
Приложение ДБ (справочное) Сведения о соответствии ссылочных межгосударственных стандартов международным стандартам, использованным в качестве ссылочных в примененном международном стандарте 65
Библиография 66

Введение

Настоящий стандарт разработан в составе комплекса национальных стандартов, устанавливающих требования к проектированию и строительству в области объектов обустройства морских месторождений углеводородного сырья, технологий и оборудования для морской нефтегазодобычи.

Настоящий стандарт устанавливает положения и нормы процесса контроля масс и центров тяжести оборудования, устройств, сборочно-монтажных единиц, строительных блоков или верхнего строения/опорной части морского нефтегазопромыслового сооружения на всех этапах жизненного цикла проекта.

В разделе 3 «Термины и определения» термины приведены в алфавитном порядке с целью учета требований ГОСТ 1.5—2001, а также исключены термины, установленные в международном стандарте ИСО 19901-5:2021, но не используемые в настоящем стандарте. Для учета особенностей национальной стандартизации и специфики национальной практики в области проектирования и строительства морских нефтегазопромысловых сооружений в настоящий стандарт включены дополнительные терминологические статьи для терминов, используемых в нем, но не установленных в международном стандарте ИСО 19901-5:2021. Эти статьи выделены рамкой из тонких линий.

В целях улучшения понимания пользователями некоторых положений настоящего стандарта, а также для учета требований российских нормативных правовых актов, нормативно-технических документов и отечественной специфики проектирования, строительства и эксплуатации морских нефтегазовых объектов в текст внесены изменения и дополнения, выделенные курсивом.

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Нефтяная и газовая промышленность

СООРУЖЕНИЯ НЕФТЕГАЗОПРОМЫСЛОВЫЕ МОРСКИЕ

Контроль нагрузки масс при проектировании и строительстве

Petroleum and natural gas industry.
Offshore oil and gas field structures. Weight control during engineering and construction

Дата введения — 2027—01—01

1 Область применения

Настоящий стандарт устанавливает общие положения по контролю нагрузки масс (массы и положения центра тяжести) при проектировании, строительстве, *эксплуатации (включая реконструкцию и/или техническое перевооружение) и выводе из эксплуатации (консервации или ликвидации) морских нефтегазопромысловых сооружений (МНГС), устанавливаемых (в том числе на акваториях с ледовым режимом) во внутренних морских водах, территориальном море, на континентальном шельфе и в исключительной экономической зоне Российской Федерации, в российском секторе дна Каспийского моря, на участках недр за пределами Российской Федерации на территориях, находящихся под юрисдикцией Российской Федерации, посредством контроля масс и центров тяжести элементов конструкций и оборудования МНГС.*

Настоящий стандарт распространяется на все виды и типы *МНГС*, изготовленные из любых материалов, и устанавливает:

- *общую схему планирования и оценки массы МНГС на этапах жизненного цикла проекта;*
- положения по контролю нагрузки масс и центров тяжести сборочно-монтажных единиц *(СМЕ)*, строительных блоков, верхнего строения/опорной части *МНГС* и *МНГС* в целом;
- термины и определения для контроля нагрузки масс и центров тяжести и *надлежащего оформления* отчетов о нагрузке масс;
- положения по определению прогнозируемой, плановой и предельной массы проектируемого *МНГС*;
- положения о составе, содержании и качестве отчетов о нагрузке масс *МНГС*;
- положения о процессе взвешивания и определения массы и центра тяжести материалов и оборудования, *СМЕ*.

Настоящий стандарт применяется:

- для использования в качестве основы для работ по планированию, анализу и контролю отчетов о нагрузке масс на всех этапах жизненного цикла проекта;
- *оценки отчетов о нагрузке масс, предоставляемых подрядчиком;*
- улучшения методов проектирования и расчета *МНГС*;
- использования в качестве нормативного документа при заключении договоров между заказчиком, подрядчиком и поставщиками;
- проведения оценки затрат, планирования работ, определения методов строительства *МНГС*.

Издание официальное

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 8.417 Государственная система обеспечения единства измерений. Единицы величин

ГОСТ 34100.3/ISO/IEC Guide 98-3:2008 Неопределенность измерения. Часть 3. Руководство по выражению неопределенности измерения

ГОСТ ISO/IEC 17025 Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий

ГОСТ Р 55311 Нефтяная и газовая промышленность. Сооружения нефтегазопромысловые морские. Термины и определения

ГОСТ Р 55348 Системы управления проектированием. Словарь терминов, используемых при управлении проектированием

ГОСТ Р 57306 Инжиниринг. Терминология и основные понятия в области инжиниринга

ГОСТ Р 58179 Инжиниринг в строительстве. Термины и определения

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.

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены термины по *ГОСТ 34100.3*, *ГОСТ Р 55311*, *ГОСТ Р 55348*, *ГОСТ Р 57306*, *ГОСТ Р 58179*, а также следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 **база данных по массе** (weight database): База данных, содержащая данные по собственной массе, полной массе, резервам и надбавкам для каждого весового элемента, которая в сумме дает прогнозируемую массу и центр тяжести для каждого условия нагружения.

3.2 **балласт** (ballast): Твердые или жидкие материалы, используемые для обеспечения остойчивости плавучего сооружения и поддержания его заданной осадки.

3.3 **весовой элемент** (weight item): Отдельные или групповые объемные элементы, или оборудование, или компоненты переменной массы, или сборочно-монтажные единицы, используемые для подготовки отчетов о нагрузке масс.

3.4 **водоизмещение** (displacement): Масса объема воды, вытесненной плавучим сооружением, которая равна сумме дедвейта, массы порожнем и резервов по массе.

Примечания

1 Дедвейт — полная грузоподъемность плавучего морского нефтегазопромыслового сооружения.

2 Включает массу добытой продукции скважин, палубных грузов, скоплений воды, снега и льда, обрастания морскими организмами, балласта, расходных материалов, персонала и т. д.

3.5 **временные элементы** (temporary items): Оборудование и конструкции, обеспечивающие выполнение строительно-монтажных работ, которые не учитывают в массе порожнем или эксплуатационной массе сборочно-монтажной единицы или весового элемента.

3.6 **выборка по полной массе** (gross weight take-off): Совокупность значений собственной массы, необходимых для оценки нагрузки масс, и резервов по собственной массе.

3.7 **выборка по собственной массе** (net weight take-off): Совокупность значений собственной массы, необходимых для оценки нагрузки масс.

3.8 **депозитарий базы данных по массе** (weight database custodian): Служба заказчика, на которую возложена ответственность за ведение базы данных по массе на этапе эксплуатации.

Примечание — Депозитарий базы данных по массе должен быть назначен в начале работ.

3.9 **контроль нагрузки масс** (weight management objective): Комплекс целей и задач, необходимых для выполнения положений, связанных с оценкой массы и центра тяжести.

3.10 **контрольные массы** (control weights): Плановая масса, предельная масса, а также резерв управления, планируемый резерв, непланируемый резерв для каждого условия нагружения.

3.11 **концептуальное проектирование** (conceptual design): Этап жизненного цикла проекта, на котором оценивают несколько концепций и выбирают предпочтительную концепцию.

3.12 **масса на этапе концептуального проектирования** (conceptual design weight): Прогнозируемая масса на этапе концептуального проектирования, включающая в себя надбавку на неопределенность и резерв по массе на этапе концептуального проектирования.

3.13 **масса порожнем** (lightship weight): Масса весового элемента (единицы оборудования, сборочно-монтажной единицы, строительного блока или верхнего строения/опорной части морского нефтегазопромыслового сооружения в целом) без учета массы рабочих сред, но включающая массы компонентов, обеспечивающих функционирование (смазочные и гидравлические масла, фильтрующие элементы, твердый балласт для обеспечения остойчивости плавучего сооружения и т. д.).

3.14 **монтаж и пуско-наладочные работы** (hook-up and commissioning): Установка и подключение компонентов или сборочно-монтажных единиц после установки верхнего строения в проектное положение для ввода в эксплуатацию морского нефтегазопромыслового сооружения.

3.15 **надбавка на неопределенность** (uncertainty allowance): Дополнительная масса, основанная на анализе рисков и/или опыте, учитывающая неопределенность по массе на этапе концептуального проектирования.

3.16 **надбавка неучтенных масс** (estimate to complete): Дополнительная масса для учета компонентов весовых элементов, которые не определяются полностью или частично на текущей стадии проектирования.

3.17 **непланируемый резерв** (unplanned future reserve): Дополнительная масса для учета непредвиденных реконструкций или технических перевооружений на этапе эксплуатации морского нефтегазопромыслового сооружения.

3.18 **оборудование** (equipment): Совокупность механизмов, машин, устройств, приборов и систем, предназначенных для выполнения определенных целей.

3.19 **объемные элементы** (discipline bulks): Все составляющие массы порожнем, за исключением оборудования (трубопроводная обвязка, ручная запорная арматура, конструкции, кабель, кабельные трассы и т. п.).

3.20 **ограничение верхней границы массы** (upper bound weight constraint): Максимальная допустимая масса на этапе концептуального проектирования.

3.21 **переменная масса** (variable weight): Масса расходных материалов, рабочих сред, бурильных и обсадных труб, строительных лесов, запасов в местах складирования и хранения и т. п.

3.22 **планируемый резерв** (planned future reserve): Дополнительная масса для учета оборудования и конструкций, планируемых к установке на этапе эксплуатации морского нефтегазопромыслового сооружения.

3.23 **плановая масса** (budget weight): Опорное значение массы строительных блоков или верхних строений/опорных частей морских нефтегазопромысловых сооружений в целом, определенное при оценке нагрузки масс.

3.24 **подъемная масса** (lift weight): Масса весового элемента (единицы оборудования, сборочно-монтажной единицы, строительного блока или верхнего строения/опорной части морского нефтегазопромыслового сооружения в целом) с учетом временной строительной оснастки и компонентов, обеспечивающих их функционирование (моторные и трансмиссионные масла, фильтрующие элементы), без учета массы такелажа.

3.25 **полная масса** (gross weight): Сумма собственной массы и резерва по собственной массе.

3.26 **положение центра тяжести** (CoG envelope): Определенная ограниченная область, в пределах которой должен оставаться центр тяжести сборочно-монтажной единицы, чтобы обеспечивать надлежащие характеристики проектируемого сооружения.

3.27 **предельная масса** (not-to-exceed weight): Максимально допустимая масса для соответствующих условий нагружения.

3.28 **прогнозируемая масса** (predicted weight): Ожидаемая (средняя) масса, сумма выборки по полной массе и надбавки неучтенных масс на всех этапах жизненного цикла проекта.

3.29 **рабочие среды** (contents): Жидкие или порошкообразные вещества, находящиеся внутри оборудования, сборочно-монтажной единицы, строительного блока или верхнего строения/опорной части морского нефтегазопромыслового сооружения в целом.

Примечания

1 К рабочим средам относят: углеводороды, жидкости систем охлаждения и обогрева, химические реагенты, топливо, конденсат, морская вода, питьевая вода, сухие смеси (буровой цемент и добавки к буровому раствору), сухие продукты для мастерских, сыпучие вещества, хранящиеся в мешках, и т. д.

2 Компоненты, обеспечивающие функционирование оборудования (например, смазочные и гидравлические масла, фильтрующие элементы), не являются рабочими средами (см. термин «масса порожнем»).

3.30 **расходные материалы** (consumable): Твердые и жидкие материалы, необходимые для эксплуатации, обслуживания и ремонта морского нефтегазопромыслового сооружения (питьевая/техническая вода, дизельное топливо, продовольственные товары, насыпные буровые смеси для подготовки бурового раствора и/или цемента).

3.31 **расчетная масса** (estimated weight): Масса, состоящая из собственной массы, надбавок и резервов по массе.

3.32 **режим эксплуатации** (operating): Условие нагружения, при котором происходит эксплуатация морского нефтегазопромыслового сооружения.

Примечание — Все материалы и оборудование с рабочими средами функционируют в нормальном режиме эксплуатации.

3.33 **резерв по массе на этапе концептуального проектирования** (conceptual design weight reserve): Запас по массе для определения массы резервов, входящих в состав контрольных масс на этапе концептуального проектирования.

3.34 **резерв по собственной массе** (net weight allowance): Запас по массе, применяемый к собственной массе весового элемента для учета возможных изменений массы весового элемента.

3.35 **резерв управления** (management reserve): Запас по массе для учета изменений проекта после определения контрольных масс.

3.36 **сборочно-монтажная единица** (assembly): Составляющая строительного блока, включающая объемные элементы, комплектующие и оборудование.

3.37 **сверенная взвешенная масса** (reconciled weighed weight): Фактическая масса оборудования, объемных элементов и строительно-монтажных единиц по результатам взвешивания.

3.38 **сводный перечень оборудования** (master equipment list): База данных оборудования, сформированная на базе данных конкретного проекта или нескольких проектов и необходимая для оценки нагрузки масс.

3.39 **собственная масса** (net weight): Масса весового элемента без надбавок и резервов по массе, полученная методом оценки технической документации ранее выполненных проектов, из данных технической документации поставщиков или из расчетных данных (чертежей, спецификаций, трехмерной модели).

3.40 **строительный блок (модуль)** (module): Конструктивно и технологически законченная строительством конструкция, которая состоит из сборочно-монтажных единиц, насыщенная системами, оборудованием и устройствами, предназначенными для выполнения определенных функций, является элементом, формирующим верхнее строение или опорную часть морского нефтегазопромыслового сооружения.

3.41 **строительный район** (platform area): Строительный блок или группа смежных строительных блоков, объединенных в единую конструкцию исходя из конструктивных, технологических или экономических условий, необходимых для обеспечения рациональной подготовки и организации изготовления морского нефтегазопромыслового сооружения.

3.42 **такелаж** (lifting gear): Совокупность приспособлений из стропов, тросов, блоков, цепей, траверс для подъема и перемещения грузов.

3.43 **транспортировка** (transport): Условие нагружения, при котором происходит перемещение сборочно-монтажной единицы, строительного блока или верхнего строения/опорной части, морского нефтегазопромыслового сооружения в целом от места изготовления к месту применения.

3.44 **условие нагружения** (loading condition): Определенное событие или действие, приводящее к возникновению нагрузки, во время которого необходимо контролировать массу и положение центра тяжести.

Примечание — Для каждого условия нагружения необходимо определить значения и места приложения всех составляющих нагрузок.

3.45 **фактическая нагрузка масс** (as-built weight): Фактическая масса и центр тяжести полностью построенного и эксплуатируемого морского нефтегазопромыслового сооружения в целом или его частей в соответствии с исполнительной документацией.

3.46 **центр тяжести** (centre of gravity): Точка сборочно-монтажной единицы, строительного блока или верхнего строения/опорной части морского нефтегазопромыслового сооружения в целом, в которой сконцентрирована масса и вокруг которой масса распределена и уравновешена.

3.47 **шифр массы в условиях нагружения** (weight phase code): Шифр, обозначающий, в каких условиях нагружения находится весовой элемент.

3.48 **шифр точности массы** (weight status code): Шифр, обозначающий уровень точности определения массы весового элемента.

Примечание — Шифр точности массы применяется при оценке количественного выражения используемого резерва по массе.

3.49 **эксплуатационная масса** (operating weight): Сумма массы порожнем сборочно-монтажной единицы, строительного блока или верхнего строения/опорной части морского нефтегазопромыслового сооружения в целом (массы порожнем для плавучего сооружения) и массы рабочих сред, запасов и отходов.

3.50 **эксплуатационный резерв** (operating reserve): Разница между прогнозируемой массой и предельной массой на этапе эксплуатации.

4 Сокращения

В настоящем стандарте использованы следующие сокращения:

ВС — верхнее строение;

ДП — диаметральная плоскость;

КИПиА — контрольно-измерительные приборы и автоматика;

МНГС — морское нефтегазопромысловое сооружение;

ОВКВ — отопление, вентиляция, кондиционирование воздуха;

ОП — основная плоскость;

ОЧ — опорная часть;

ПНР — пуско-наладочные работы;

ПрБ — правый борт;

САПР — система автоматизированного проектирования;

СМЕ — сборочно-монтажная единица;

СУМ — средний уровень моря;

ЦТ — центр тяжести;

3D-модель — трехмерная модель;

FPSO — плавучий нефтегазовый комплекс, предназначенный для приема, подготовки, хранения и отгрузки продукции (floating production, storage and off-loading unit (vessel);

RAPID — рекомендовать, согласовать, выполнить, предложить и принять решение (recommend, agree, perform, input and decide).

5 Принципы контроля нагрузки масс

5.1 Общие положения

Контроль нагрузки масс — это набор процессов и действий, выполняемых в рамках всех этапов жизненного цикла проекта для достижения целей контроля нагрузки масс (см. 5.3 и 6.2).

5.2 Контроль нагрузки масс на этапах жизненного цикла проекта

Контроль нагрузки масс должен применяться на всех этапах жизненного цикла проекта:

- концептуальное проектирование;
- *разработка проектной документации;*
- *разработка рабочей документации;*
- строительство;
- монтаж и ПНР;
- эксплуатация *(включая реконструкции и/или технические перевооружения как планируемые операции);*
- вывод из эксплуатации *(операции по консервации или ликвидации)*.

На разных этапах жизненного цикла проекта используют различные методы оценки нагрузки масс:

- оценка нагрузки масс, основанная на объектах-аналогах и/или нормативах (концептуальное проектирование и разработка проектной документации);
- оценка нагрузки масс, основанная на выборке по собственной массе (разработка проектной документации и разработка рабочей документации);
- оценка нагрузки масс по результатам взвешивания оборудования и *СМЕ* (разработка рабочей документации и строительство);
- оценка фактической нагрузки масс (эксплуатация и вывод из эксплуатации).

Весовые элементы, которые являются частью 3D-модели САПР, должны включать ссылку на 3D-модель САПР для элемента в базе данных по массе.

Весовые элементы, которые не являются частью 3D-модели САПР, должны быть представлены в базе данных по массе как отдельные элементы. Примеры атрибутов базы данных по массе приведены в приложении *А*.

Для всех МНГС на всех этапах проектирования и строительства необходимо контролировать нагрузку масс и положение центра тяжести. Значения прогнозируемой массы и положения центра тяжести должны задаваться для элементов опорной части и верхнего строения (если применимо), включая временные элементы, с учетом соответствующих условий нагружения. На этапе разработки рабочей документации необходимо (на этапе разработки проектной документации рекомендуется) выполнять контроль нагрузки масс по чертежам и кодам нагрузок. Форму контрольной ведомости и классификацию элементов нагрузок допускается принимать по аналогии с [1] и [2].

Контроль нагрузки масс и положения ЦТ плавучих МНГС на всех этапах жизненного цикла проекта рекомендуется выполнять в соответствии с требованиями правил Российского морского регистра судоходства (или иного классификационного общества) и применимыми положениями [1]—[4].

5.3 Цели контроля нагрузки масс

5.3.1 Цели для этапа концептуального проектирования

Цели контроля нагрузки масс на этапе концептуального проектирования *МНГС* определены:

- для установления ограничений верхней границы массы и соответствующего ЦТ *МНГС*.

Примечание — Ограничение верхней границы массы обычно устанавливают в начале этапа концептуального проектирования, поэтому варианты концепции *МНГС* и варианты его монтажа (зависящие от эксплуатационных ограничений судов и/или оборудования для морских операций) могут быть разработаны в соответствии со стратегией проекта;

- подготовки данных по массам *МНГС* и/или *СМЕ* и соответствующих ЦТ для определения требуемых характеристик судов и оборудования для морских операций;
- подготовки данных по массам, необходимых для оценки затрат и процессов закупок;

- подготовки данных о нагрузках на сооружение для расчетов прочности конструкций *ВС* и *ОЧ МНГС*;

- подготовки данных по массам *МНГС* и соответствующих ЦТ для отчетов о транспортировке и монтаже;

- подтверждения возможности допущений по нагрузке масс проекта для определения чувствительности концепции к увеличению массы в будущем и связанным с этим смещением ЦТ.

Примечание — Чувствительность концепции, когда прогнозируемая масса составляет 95 % или более от грузоподъемности судов и/или оборудования для морских операций или когда прогнозируемая масса составляет 95 % или более от предельной массы;

- определения основных вариантов смягчения последствий, доступных для противодействия увеличению массы в будущем и смещениям ЦТ, которые могут повлиять на реализуемость варианта концепции;

- защиты варианта концепции в соответствии с заданием на проектирование;

- определения рисков и возможностей, связанных с нагрузкой масс;

- отслеживания, контроля и анализа всех изменений массы, прежде чем они будут включены в базу данных по массе.

Дополнительные рекомендации по контролю нагрузки масс железобетонных сооружений приведены в приложении *В*.

5.3.2 Цели для этапов разработки проектной документации, разработки рабочей документации и строительства

Целями контроля нагрузки масс на этапах разработки проектной документации, разработки рабочей документации и строительства *МНГС* являются следующие:

a) установление предельной массы и соответствующего данной массе ЦТ сооружения для условий эксплуатации.

Примечание — Предельную массу и положение ЦТ для условий эксплуатации необходимо устанавливать на этапе разработки проектной документации, чтобы проектирование *ВС* и *ОЧ МНГС* и сооружения в целом было выполнено с требуемым уровнем безопасности;

b) установление предельной массы и соответствующего данной массе ЦТ сооружения и его *СМЕ* для условий отгрузки, транспортировки и монтажа.

Примечание — Это позволяет определить и зарезервировать суда и необходимое оборудование для транспортировки и монтажа на ранней стадии проекта;

c) подготовка отчета о нагрузке масс по окончании строительства вместе с подтверждающими данными, включая объяснения изменений массы, отчеты о взвешивании и сертификаты взвешивания;

d) подготовка базы данных по массам сооружения по окончании строительства, содержащей данные по массам, которые документируются, обобщаются, подлежат аудиту и отслеживанию.

Дополнительные рекомендации по контролю нагрузки масс железобетонных сооружений приведены в приложении *В*.

5.3.3 Цели на этапах эксплуатации и вывода из эксплуатации

Цели контроля нагрузки масс *МНГС* на этапах эксплуатации и вывода из эксплуатации включают в себя:

a) ведение базы данных по массам сооружения.

Примечание — Обычно это выполняется путем внесения изменений по массам и ЦТ в базе данных по массам действующего *МНГС*;

b) отслеживание масс и определяемых в соответствии с ними изменений ЦТ по отношению к предельной массе и связанного с ней ЦТ.

Примечание — Это обычно выполняется для подтверждения того, что предельная масса и связанное с ней положение ЦТ не превышены, или для инициирования оценки для подтверждения несущей способности конструкции или требований к ее усилению.

5.4 Схема оценки нагрузки масс на этапах жизненного цикла проекта

Схема планирования и оценки массы, контроль нагрузки масс и соответствующих ЦТ на этапах жизненного цикла проекта представлена на рисунке 1.

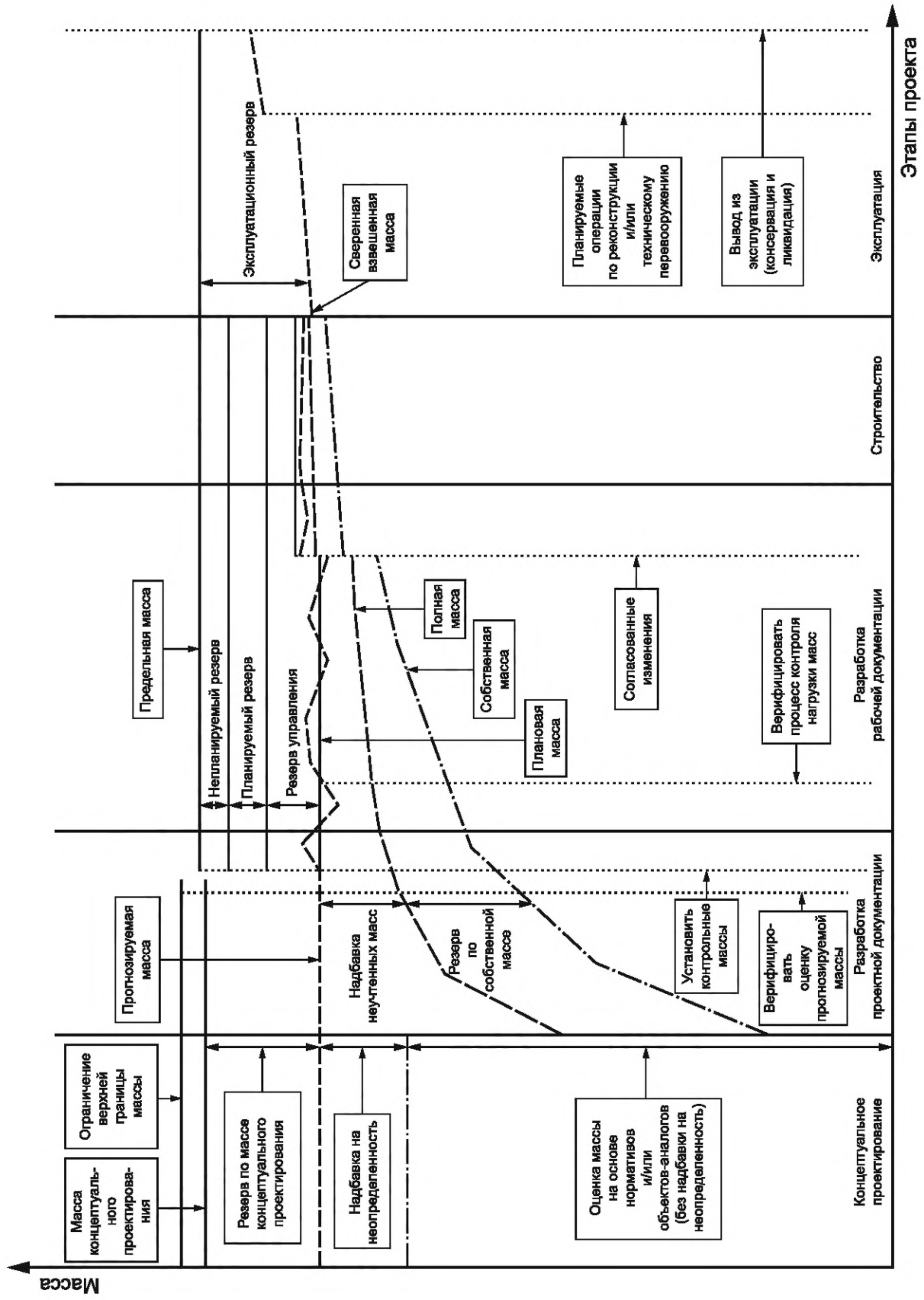


Рисунок 1 — Схема оценки нагрузки масс на этапах жизненного цикла проекта

5.5 Условия нагружения

5.5.1 Общие положения

Условия нагружения применяют на этапах разработки проектной документации, разработки рабочей документации и строительства, чтобы определять массу *СМЕ*, строительного блока, *ВС/ОЧ МНГС* и *МНГС* в целом.

Для каждого условия нагружения необходимо:

- идентифицировать и количественно определять массу и ЦТ;
- иметь информацию о соответствующей контрольной массе, включая положение ЦТ (см. раздел 6).

5.5.2 Условия нагружения

Условия нагружения должны включать в себя:

a) условия нагружения, предшествующие эксплуатации:
   1) условие нагружения «строительство»,
   2) условие нагружения «погрузка»,
   3) условие нагружения «транспортировка»,
   4) условие нагружения «монтаж на точке эксплуатации»;
b) условия нагружения в процессе эксплуатации:
   1) условие нагружения «масса порожнем на точке эксплуатации»,
   2) условие нагружения «эксплуатация на месторождении»,
   3) условие нагружения *«планируемые операции»*;
c) условия нагружения при выводе из эксплуатации:
   1) *условие нагружения «консервация»,*
   2) *условие нагружения «ликвидация».*

5.5.2.1 Условие нагружения «строительство» — это *состояние, связанное с процессом строительства, транспортировки и подъемных операций в заводских условиях, в том числе при выполнении операций на плаву, если они будут предусмотрены.*

Масса для условия нагружения «строительство» обычно включает в себя массу любых рам и строительной оснастки (в том числе предварительно установленный такелаж, если применимо), которые монтируются к сооружению или *СМЕ* на основных этапах строительства сооружения, или *СМЕ*.

5.5.2.2 Условие нагружения «погрузка» — это *состояние, связанное с погрузкой на достроечную или транспортно-монтажную баржу*, включая наплавным способом.

Масса для условия нагружения «погрузка» обычно включает массу любых погрузочных транспортных рам и строительной оснастки (в том числе предварительно установленный такелаж, если применимо), которые монтируют к сооружению или *СМЕ* во время перемещения и устанавливают вместе с сооружением или *СМЕ* на транспортное судно.

5.5.2.3 Условие нагружения «транспортировка» — *это состояние, связанное с перемещением отдельных элементов МНГС (ОЧ и ВС) или МНГС в сборе от места постройки к точке эксплуатации или от места постройки к месту сборки, а также от точки эксплуатации к месту утилизации.*

Масса для условия нагружения «транспортировка» обычно включает массу строительной оснастки (в том числе предварительно установленный такелаж), фундаментов и раскреплений по-морскому на период транспортировки, а также массу оборудования или объемных элементов, которые требуются для последующих монтажных операций.

5.5.2.4 Условие нагружения «монтаж на точке эксплуатации» — это *состояние, связанное с выполнением необходимых операций для установки МНГС в сборе или ОЧ МНГС, удержания МНГС в сборе или ОЧ МНГС на точке эксплуатации до завершения операций по закреплению МНГС в сборе или ОЧ МНГС, а также для установки ВС на ОЧ МНГС методом надвижки или подъемом краном, закрепления ВС на ОЧ МНГС.*

Масса для условия нагружения «монтаж на точке эксплуатации» обычно включает массу и ЦТ сооружения или *СМЕ* при переводе из состояния транспортировки в положение монтажа на точке эксплуатации.

Масса подъема сооружения или *СМЕ* включает массу строительной оснастки, а также массу оборудования или объемных элементов, которые требуются для последующих монтажных операций. В массу подъема не включают массу такелажа.

5.5.2.5 Условие нагружения «масса порожнем на точке эксплуатации» — это *состояние построенного или изготовленного сооружения после ПНР и готового к эксплуатации.*

Масса для условия нагружения «масса порожнем на точке эксплуатации» обычно включает массу и ЦТ сооружения, без переменных масс (за исключением переменных масс перед вводом в эксплуатацию).

Для плавучих сооружений массу порожнем обычно используют для сухих условий.

5.5.2.6 Условие нагружения «эксплуатация на месторождении» — это *состояние, в котором обеспечивается выполнение МНГС функций в соответствии со своим назначением. При этом на МНГС воздействуют внешние факторы и функциональные нагрузки.*

Масса сооружения для условия нагружения «эксплуатация на месторождении» состоит из суммы массы порожнем на точке эксплуатации и переменных масс. Расположение и уровень заполнения переменных масс представляют собой условия максимальной массы, которые обычно возникают на этапе эксплуатации.

Расположение и уровень заполнения переменных масс документируются в рамках процедуры контроля нагрузки масс, примеры переменных масс приведены в приложении *С*.

Для плавучих сооружений условия загрузки отсеков и цистерн и связанные с ними водоизмещения не являются частью процедуры контроля нагрузки масс в соответствии с настоящим стандартом, а рассматриваются в правилах классификационных обществ и международных стандартах. Эти правила и стандарты включают в себя требования остойчивости в неповрежденном и поврежденном состоянии для различных типов сооружений, условия их загрузки, режимы эксплуатации и этапы проекта.

5.5.2.7 Условие нагружения *«планируемые операции» — это состояние, связанное с планируемыми операциями по реконструкции и/или перевооружению действующих МНГС.*

Масса для условия нагружения «планируемые операции» включает в себя массу строительной оснастки (при необходимости) на период выполнения операций по реконструкции и/или перевооружению.

Масса всех «планируемых операций» на этапе эксплуатации МНГС не должна превышать эксплуатационного резерва, включающего резерв управления, планируемый резерв и непланируемый резерв.

5.5.2.8 Условие нагружения «консервация» — это состояние, связанное с процессом приостановки эксплуатации МНГС или оборудования (технических устройств) МНГС.

Масса для условия нагружения «консервация» включает в себя массу строительной оснастки (при необходимости), а также массу оборудования и/или объемных элементов, которые требуются на период консервации.

5.5.2.9 Условие нагружения «ликвидация» — это состояние, связанное с процессом прекращения эксплуатации МНГС, демонтажа оборудования (технических устройств) и МНГС в целом.

Масса для условия нагружения «ликвидация» включает в себя массу строительной оснастки (при необходимости), а также массу оборудования и/или объемных элементов, которые требуются при ликвидации.

6 Контрольные массы

6.1 Общие положения

Контрольные массы должны быть:

- представлены плановой массой и предельной массой (включая резерв управления, планируемый резерв, непланируемый резерв) с соответствующими положениями ЦТ (см. приложение *D*);
- использованы для контроля за увеличением массы и смещениями ЦТ для каждого условия нагружения от начала проектирования до окончания строительства;
- установлены после проверки прогнозируемой массы (см. 7.2.5 и 7.3.5);
- контролироваться в рамках процесса управления изменениями.

Должен быть установлен процесс принятия решений по контролю нагрузки масс. Пример матрицы решений RAPID приведен в приложении Е.

Контрольные массы должны быть установлены в процессе проектирования при переходе от оценок нагрузки масс на основе нормативов и/или объектов-аналогов к оценкам нагрузки масс на основе выборки по собственной массе.

Организациям, с которыми заключены контракты на поставку частей *МНГС*, могут быть установлены соответствующие плановые массы данных частей *МНГС*.

6.2 Цели

Контрольные массы должны использоваться:

- для контроля массы и ЦТ;
- контроля затрат и плана реализации проекта;
- подтверждения того, что условия нагружения находятся в пределах возможностей погрузки, транспортировки и монтажа;
- подтверждения того, что условия нагружения находятся в пределах конструктивных возможностей *СМЕ*, *ВС* и *ОЧ МНГС*;
- подтверждения того, что условия нагружения находятся в пределах несущей способности и устойчивости *МНГС*.

6.3 Плановая масса и предельная масса

6.3.1 Плановая масса

Плановая масса, включая положение ЦТ, должна быть определена для каждого условия нагружения.

Положение ЦТ должно быть представлено в двухмерной или трехмерной системе координат. *Дополнительные рекомендации по системе координат приведены в приложении F.*

Плановую массу обычно используют в качестве целевого показателя, которая вряд ли превысит прогнозируемую массу на этапах разработки проектной документации, рабочей документации и строительства, что определяют по формуле

$$\text{Плановая масса} \geq \text{выборка по собственной массе} + \text{резерв по собственной массе} + \text{надбавка неучтенных масс} + \text{переменная масса (для применимых условий нагружения)}. \quad (1)$$

6.3.2 Резервы

Резервы должны включать:

- резерв управления;
- планируемый резерв;
- непланируемый резерв.

Резерв управления следует применять для каждого условия нагружения. Данный резерв используют для контроля увеличения массы в связи с изменениями проекта.

Планируемый резерв и непланируемый резерв применяют только к условиям нагружения «*планируемые* операции». Эти резервы следует использовать для реконструкций и/или технических перевооружений на введенных в эксплуатацию *МНГС*.

6.3.3 Предельная масса

Предельная масса, включая положение ЦТ, должна быть установлена для каждого условия нагружения.

Положение ЦТ следует представлять в двухмерной или трехмерной системе координат. *Дополнительные рекомендации по системе координат приведены в приложении F.*

Предельная масса обычно основана на плановой массе, резерве управления, планируемом резерве и непланируемом резерве в зависимости от этапа жизненного цикла проекта, что определяют по формуле

$$\text{Предельная масса} \geq \text{плановая масса} + \text{резерв управления} + \text{планируемый резерв} + \text{непланируемый резерв}. \quad (2)$$

Предельная масса для условий нагружения «строительство», «погрузка», «транспортировка», «монтаж на точке эксплуатации», «масса порожнем на точке эксплуатации» должна включать только резерв управления.

6.4 Изменения контрольных масс

Пересмотр параметров контрольных масс должен быть выполнен в рамках процедуры управления изменениями.

Увеличение массы в связи с изменениями в проекте, утвержденными процедурой управления изменениями, может быть компенсировано из резерва управления.

Увеличение массы, превышающее контрольные массы (включая отклонение положения ЦТ) и отклоненное процедурой управления изменениями, должно подлежать корректирующим действиям.

Должны быть применены корректирующие действия для уменьшения массы или изменения смещения ЦТ (например, пересмотр компоновки оборудования или объемных элементов, снижение массы, переоценка надбавок и резервов), чтобы оставаться в пределах значений контрольных масс.

Процесс принятия решений обычно устанавливают для решений по контролю нагрузки масс, которые контролируются процедурой управления изменениями. Пример матрицы решений RAPID приведен в приложении Е.

6.5 Контрольные массы на этапе эксплуатации

Изменениями контрольных масс и положения ЦТ, вызванными *проектами реконструкций и/или технических перевооружений на действующих МНГС*, следует управлять, сохраняя предельную массу и положение ЦТ на этапе эксплуатации.

Предельная масса и положение ЦТ, т. е. контрольная масса для условия нагружения «эксплуатация на месторождении», могут быть пересмотрены на этапе эксплуатации путем оценки конструкций *ВС* и/или *ОЧ*.

Оценку конструкций *ВС* и/или *ОЧ МНГС* обычно используют для проектов действующих МНГС со значительным увеличением массы.

7 Контроль нагрузки масс на этапах жизненного цикла проекта

7.1 Концептуальное проектирование

7.1.1 Общие положения

При осуществлении контроля нагрузки масс на этапе концептуального проектирования необходимо:

a) разработать нагрузку масс для каждого варианта концепции;

b) подготовить нагрузки масс для каждого варианта концепции в следующем объеме:

1) определить прогнозируемые массы по массе порожнем и эксплуатационной массе для условий нагружения, предшествующих эксплуатации («строительство», «погрузка», «транспортировка», «монтаж на точке эксплуатации») и в процессе эксплуатации («масса порожнем на точке эксплуатации», «эксплуатация на месторождении», «*планируемые* операции»),

2) определить массы на этапе концептуального проектирования для условий нагружения, предшествующих эксплуатации и в процессе эксплуатации,

3) определить ограничение верхней границы массы при проектировании, строительстве и установке на точку эксплуатации;

c) принять нагрузку масс выбранного варианта концепции за основу при переходе на этап разработки проектной документации.

Прогнозируемая масса и масса концептуального проектирования должны быть определены для условий нагружения по перечислению b).

Ограничение верхней границы массы обычно зависит от планируемого метода монтажа.

Дополнительные рекомендации по контролю нагрузки масс на этапе концептуального проектирования приведены в разделе G.1.

Нагрузка масс на этапе концептуального проектирования основана на объектах-аналогах и/или нормативах, но также зависит от суждений, основанных на опыте и компетенциях по контролю нагрузки масс (см. приложение *Н*).

7.1.2 Прогнозируемая масса

Прогнозируемая масса должна:

- включать массу оборудования, массу по разделам проектирования (дисциплинам) на основе нормативов объектов-аналогов и массу весовых элементов, которые определены на данном этапе. Существует вероятность того, что имеющиеся нормативы объектов-аналогов включают или исключают такие весовые элементы, как факелы, свечи рассеивания, краны, шахты трапов, буровые вышки, люки, оборудование для приема-передачи жидких грузов и сыпучих материалов и т. д.;
- включать надбавку на неопределенность (см. приложение J);

- завышать или занижать с одинаковой вероятностью итоговую массу, т. е. представлять собой усредненную массу.

Прогнозируемую массу применяют для оценки затрат и целей сравнительного анализа.

7.1.3 Масса на этапе концептуального проектирования

Масса на этапе концептуального проектирования должна включать прогнозируемую массу и резерв по массе на этапе концептуального проектирования.

Массу на этапе концептуального проектирования следует использовать для определения технической реализуемости вариантов концепции, например: анализ *ВС* и *ОЧ*, а также проверку стратегий строительства, транспортировки и монтажа.

Резерв по массе на этапе концептуального проектирования должен основываться на взвешенном анализе относительно прогнозируемой массы и являться основой для резервов по массе на этапах разработки проектной документации, рабочей документации и строительства.

7.1.4 Ограничение верхней границы массы

Ограничение верхней границы массы обычно представляет собой ограничения массы:

- из-за возможностей методов строительства;
- маршрута транспортировки;
- вместимости и остойчивости транспортной баржи;
- возможностей методов монтажа;
- несущей способности опорных конструкций.

Ограничение верхней границы массы обычно используют для того, чтобы избежать риска превышения вышеуказанных ограничений.

7.1.5 Нагрузка масс

Нагрузка масс на этапе концептуального проектирования должна быть основана:

- на заданной геометрии сооружения;
- определении состава оборудования и сводного перечня оборудования;
- схеме расположения оборудования;
- постатейной массе и ЦТ *СМЕ*;
- оценке переменной массы;
- массе конструкций с разбивкой по типам: специальные, основные и второстепенные;
- массе отдельных весовых элементов;
- определенных раздельно массах *ВС* и *ОЧ*;
- определенных системах координат;
- надбавке на неопределенность;
- резерве по массе на этапе концептуального проектирования;
- определенных ограничениях верхней границы массы.

7.1.6 Основная документация

7.1.6.1 Общие положения

В качестве исходных данных должна быть использована следующая документация:

- сводный перечень оборудования;
- чертежи общего расположения и компоновочные чертежи *МНГС*.

Должна быть подготовлена следующая документация:

- процедура контроля нагрузки масс;
- реестр потенциальных изменений нагрузки масс.

7.1.6.2 Сводный перечень оборудования

Сводный перечень оборудования должен включать массу порожнем и переменную массу каждой единицы оборудования.

7.1.6.3 Чертежи общего расположения и компоновочные чертежи *МНГС*

Чертежи общего расположения и компоновочные чертежи *МНГС* должны включать:

- геометрию *ВС* и *ОЧ*;
- размер и местоположение оборудования, перечисленного в сводном перечне оборудования;
- расположение оборудования, ориентацию и высотные отметки в соответствии с требованиями безопасности производства и технологического процесса;
- размещение оборудования для технического обслуживания и ремонта, эксплуатации и грузоподъемных операций;
- трассы для трубопроводной обвязки, электрооборудования, КИПиА и ОВКВ;
- основные подходы и пути эвакуации;

- шахты трапов и буровые вышки;
- несущий каркас (специальные и основные конструктивные элементы, стойки, раскосы и т. д.);
- вспомогательные конструктивные элементы и оборудование (свечи рассеивания, факел, краны, мачты, люки и т. д.);
- помещения и ограждения;
- площадки (помещения) для складирования и хранения;
- буровое оборудование;
- интерфейсы с оборудованием, расположенным на морском дне, и с другими объектами или сооружениями.

7.1.6.4 Процедура контроля нагрузки масс

Процедура контроля нагрузки масс должна включать:

- цели контроля нагрузки масс;
- методологию контроля нагрузки масс;
- требования к отчетности о нагрузке масс.

7.1.6.5 Реестр потенциальных изменений нагрузки масс

Реестр потенциальных изменений нагрузки масс должен включать:

- *перечень возможных рисков в связи с увеличением или уменьшением массы и/или изменениями ЦТ;*
- оценку влияния изменения массы и ЦТ для каждого возможного риска на протяжении всего концептуального проектирования;
- статус возможных рисков (например, закрыт на этапе концептуального проектирования или перенесен на этап разработки проектной документации).

7.1.7 Методы оценки

7.1.7.1 Общие положения

На этапе концептуального проектирования необходимо проводить оценку массы порожнем с использованием как минимум двух из следующих методов:

- на основе объектов-аналогов;
- на основе нормативов сводного перечня оборудования;
- на основе нормативов площади и/или объема.

Выбор методов оценки должен быть основан на наличии данных о массе из предыдущих проектов, имеющих аналогичные характеристики МНГС (см. раздел *G*.2).

Типовые сравнительные характеристики сооружения для оценки массы:

- условия окружающей среды во время эксплуатации;
- условия окружающей среды во время транспортировки;
- способ монтажа;
- геотехнические условия;
- рабочее давление;
- рабочие температуры;
- уровень добычи;
- объем экспорта продукции;
- энергопотребление;
- система первичной сепарации;
- система вторичной сепарации;
- система пластовой воды;
- система компримирования;
- количество персонала на сооружении;
- количество кранов.

В соответствии с 7.1.7.2, 7.1.7.3 и 7.1.7.4 надбавки на неопределенность оценки массы должны быть включены в прогнозируемую массу для учета неопределенности по массе на этапе концептуального проектирования.

Соотношения эксплуатационной массы и массы порожнем объектов-аналогов со сходными типовыми характеристиками необходимо использовать для определения эксплуатационной массы проектируемого МНГС на этапе концептуального проектирования, примеры приведены в приложении J.

Оценки массы на этапе концептуального проектирования следует соотносить с данными объектов-аналогов.

7.1.7.2 Метод на основе объектов-аналогов

Для оценки массы могут быть использованы объекты-аналоги из предыдущих проектов или сооружения со схожими характеристиками (см. раздел *G*.3).

Подходящие объекты-аналоги должны быть выбраны из существующих сооружений, которые совпадают по характеристикам с проектируемым сооружением. Типовые сравнительные характеристики сооружения для оценки массы перечислены в 7.1.7.1.

Методы на основе объектов-аналогов обычно обеспечивают точную оценку массы, если концептуальный проект является точной копией объекта-аналога.

Следует добавить надбавку на неопределенность для учета различий между характеристиками объекта-аналога и проектируемого сооружения. Рекомендации по надбавкам и резервам по массе приведены в приложении J.

Прогнозируемую массу по методу на основе объекта-аналога определяют по формуле

$$\text{Прогнозируемая масса} = \text{масса объекта-аналога} + \text{надбавка на неопределенность} + \text{переменная масса (для применимых условий нагружения)}. \quad (3)$$

7.1.7.3 Метод на основе нормативов сводного перечня оборудования

Нормативы сводного перечня оборудования могут быть использованы для оценки прогнозируемой массы объемных элементов по отношению к массе оборудования в сводном перечне оборудования (см. раздел *G*.4).

Прогнозируемая масса объемных элементов может быть детализирована по *СМЕ* или системам в зависимости от размера *МНГС*.

Нормативы сводного перечня оборудования следует разрабатывать на основе существующих сооружений, которые совпадают по характеристикам с проектируемым сооружением. Типовые сравнительные характеристики сооружения для оценки массы перечислены в 7.1.7.1.

Нормативы сводного перечня оборудования могут быть как единым перечнем нормативов для наиболее подходящего объекта-аналога, так и перечнем усредненных нормативов для нескольких подобных объектов-аналогов.

Следует добавить надбавку на неопределенность, чтобы учесть незрелость сводного перечня оборудования. Рекомендации по надбавкам и резервам по массе приведены в приложении J.

Прогнозируемую массу по методу на основе нормативов сводного перечня оборудования определяют по формуле

$$\text{Прогнозируемая масса} = \text{масса по перечню оборудования} + \text{суммарно по всем объемным элементам}\left[\text{масса по перечню оборудования} \cdot \text{норматив по перечню оборудования}\right] + \text{надбавка на неопределенность} + \text{переменная масса (для применимых условий нагружения)}. \quad (4)$$

Нормативы сводного перечня оборудования обычно группируют по типу *МНГС* и разделам проектирования (дисциплинам). Прогнозируемая масса может быть определена точнее, если нормативы также разбиты по типу оборудования.

7.1.7.4 Метод на основе нормативов площади и/или объема

Нормативы площади и/или объема могут быть использованы для оценки прогнозируемой массы после того, как разработаны чертежи общего расположения и компоновочные чертежи *МНГС* (см. раздел *G*.5).

Нормативы площадей и/или объемов должны быть разработаны на основе существующих сооружений, соответствующих характеристикам проектируемого сооружения. Типовые сравнительные характеристики сооружения для оценки массы перечислены в 7.1.7.1.

Нормативы площади и/или объема могут быть как единым перечнем нормативов для наиболее подходящего объекта-аналога, так и перечнем усредненных нормативов для нескольких подобных объектов-аналогов.

Следует добавить надбавку на неопределенность площади и/или объема компоновок МНГС, чтобы учесть незрелость текущей проработки компоновок МНГС, т. е. недооценку площади и/или объема на этапе концептуального проектирования. Рекомендации по надбавкам и резервам по массе приведены в приложении J.

Прогнозируемую массу по методу на основе нормативов площади и/или объема определяют по формуле

$$\text{Прогнозируемая масса} = \text{суммарно по всем разделам проекта}\left[\text{площадь/объем по компоновкам палуб } \textit{МНГС} \cdot \text{нормативы площади и/или объема}\right] + \text{надбавка на неопределенность} + \text{переменная масса (для применимых условий нагружения)}, \quad (5)$$

Массы и расположение систем на основе нормативов площадей и/или объемов могут быть использованы для определения ЦТ *СМЕ* и общего ЦТ *МНГС*.

7.1.8 Результаты работ

По завершении этапа концептуального проектирования для перехода проекта на этап разработки проектной документации должно быть определено следующее:

- прогнозируемые массы и ЦТ для оборудования и основных *СМЕ* для условий нагружения, предшествующих эксплуатации («строительство», «погрузка», «транспортировка», «монтаж на точке эксплуатации») и в процессе эксплуатации («масса порожнем на точке эксплуатации», «эксплуатация на месторождении», «*планируемые* операции»);
- массы на этапе концептуального проектирования и ЦТ сооружения и основных *СМЕ* для условий нагружения предшествующих эксплуатации и в процессе эксплуатации;
- ограничения верхней границы массы;
- нагрузка масс по разделам проектирования (дисциплинам) с детализацией по оборудованию и конструкциям;
- переменные массы;
- масса временных элементов (если применимо);
- детализированный перечень надбавок и/или резервов для прогнозируемой массы;
- источник данных и основание для исходных данных;
- метод(ы) оценки массы;
- отчет о сравнительном анализе с использованием данных объектов-аналогов (если применимо);
- база данных по массе (при наличии);
- определение общей и локальной систем координат (см. приложение *F*);
- реестр потенциальных изменений нагрузки масс.

7.2 Разработка проектной документации

7.2.1 Общие положения

Разработка проектной документации — это этап проекта, на котором определяют основные проектные параметры и оптимизируют габариты, объемы и переменные массы.

Оценка прогнозируемой массы, основанная на применении нормативов, выполненная на этапе концептуального проектирования, должна смениться оценкой прогнозируемой массы, основанной на выборке по собственной массе, на спецификациях оборудования, изделий и материалов, а также на данных поставщиков оборудования.

Переход к оценке прогнозируемой массы, основанной на выборке по собственной массе, на спецификациях оборудования, изделий и материалов, а также на данных поставщиков оборудования, связан с уточнением проектных данных при разработке проектной документации.

Прогнозируемую массу на основе выборки по собственной массе, на спецификациях оборудования, изделий и материалов, а также на данных поставщиков оборудования определяют по формуле

$$\text{Прогнозируемая масса} = \text{собственная масса} + \text{резерв по собственной массе} + \text{надбавка неучтенных масс} + \text{переменная масса (для применимых условий нагружения)}, \quad (6)$$

Резерв по собственной массе применим к *СМЕ* или весовым элементам, массы которых определены посредством выборки по собственной массе или по данным поставщиков, а надбавка неучтенных масс *(см. раздел G.6)* применима к *СМЕ* или весовым элементам, массы которых не определены на основе выборки по собственной массе или данных поставщиков.

Рекомендации по надбавкам и резервам по массе приведены в приложении J.

Контроль нагрузки масс на этапе разработки проектной документации должен включать:

- план контроля нагрузки масс;
- процедуру контроля нагрузки масс;
- отчет о нагрузке масс;
- проверку и верификацию данных нагрузки масс.

Контроль нагрузки масс на этапе разработки проектной документации основан на нормативах или первичной выборке по массе, но также зависит от суждений, основанных на опыте и компетенциях по контролю нагрузки масс (см. приложение *Н*).

7.2.2 План контроля нагрузки масс

План контроля нагрузки масс должен быть подготовлен в начале этапа разработки проектной документации и разработан на протяжении этапов разработки рабочей документации, строительства и эксплуатации. План определяет контроль масс, необходимый для проекта.

План контроля нагрузки масс на этапе разработки проектной документации должен включать:

- специалистов, имеющих отношение к контролю нагрузки масс;
- допущения и ограничения;
- требуемый уровень неопределенности для оценки нагрузки масс на каждом этапе проекта в целях обеспечения исходных данных для оценки стоимости проекта;
- ожидаемый уровень технических возможностей для обеспечения требуемой достоверности в оценке нагрузки масс;
- резерв управления, планируемый резерв, непланируемый резерв;
- основные результаты работ по каждому разделу проектирования (дисциплине) для оценки нагрузки масс;

ключевые показатели результативности (например, сравнительный анализ, матрица решений RAPID);

- периодичность подготовки отчетов о нагрузке масс в рамках этапа, а также подотчетность и ответственность за их предоставление;
- периодичность, сроки и справочные материалы для сравнительного анализа и верификации;
- организационная схема контроля нагрузки масс и требуемые ресурсы;
- процесс принятия решений по контролю нагрузки масс, которые контролируются процедурой управления изменениями (см. приложение Е);
- переход на этапы разработки рабочей документации и эксплуатации для обеспечения контроля нагрузки масс.

7.2.3 Процедура контроля нагрузки масс

Процедура контроля нагрузки масс на этапе разработки проектной документации должна включать:

- цели контроля нагрузки масс;
- методологию оценки массы;
- общие и локальные системы координат и начало отсчета ЦТ с учетом геометрии верхних строений;
- схему разбивки с маркировкой основных строительных районов, строительных блоков и *СМЕ*;
- исходные требования;

- резерв по собственной массе вместе с показателями прогресса оценки, которые определяют, когда может произойти снижение резерва по собственной массе;
- описание условий нагружения;
- границы отчета о нагрузке масс между различными частями сооружения (например, *ВС*, *ОЧ* или корпус);
- шифры массы для различных условий нагружения, используемые в базе данных по массе;
- контрольные ведомости по соответствующим разделам проектирования (дисциплинам);
- действия в рамках процедуры управления изменениями, если прогнозируемая масса превышает плановую массу или ЦТ выходит за пределы положения ЦТ;
- распределение ответственности за контроль нагрузки масс между различными этапами проекта.

7.2.4 Отчет о нагрузке масс

Отчеты о нагрузке масс на этапе разработки проектной документации должны включать:
- прогнозируемую массу и ЦТ для сооружения в целом;
- прогнозируемые массы и ЦТ *СМЕ*, строительных блоков и/или *ВС/ОЧ* в целом и условия нагружения;
- подробные выборки по собственной массе с разбивкой по *СМЕ*, строительным блокам, разделам проектирования (дисциплинам), местоположению и по шифрам точности массы;
- резервы по собственной массе с разбивкой по *СМЕ*, строительным блокам, разделам проектирования (дисциплинам);
- надбавку неучтенных масс;
- переменную массу для условия нагружения «эксплуатация на месторождении»;
- резерв управления, планируемый резерв, непланируемый резерв;
- ссылку на компоновочные чертежи *МНГС* для условия нагружения «эксплуатация на месторождении»;
- общие и локальные системы координат и начало отсчета ЦТ с привязкой к конструкциям *МНГС*;
- границы между *ВС* и *ОЧ*;
- сравнительную оценку прогнозируемых масс и ЦТ с контрольными массами;
- графики прогноза изменения массы и положения ЦТ;
- графики прогноза изменения массы для оборудования в составе сводного перечня оборудования и площади палуб *МНГС*;
- список возможных рисков изменения нагрузки масс;
- результаты проверки массы и выводы.

Для плавучих сооружений оборудование и объемные элементы, которые являются частью технологических и вспомогательных систем *ВС*, но расположены на палубе корпуса или внутри него, должны быть указаны отдельно. Это оборудование и объемные элементы обычно входят в состав *ВС*, но для удобства их располагают на палубе корпуса или внутри него.

Типовой формат отчета о нагрузке масс представлен в таблице *1*.

Таблица *1* — Структура и содержание отчета о нагрузке масс

Структура	Содержание
Основные положения	Должны содержать: - краткое изложение основных направлений работ по проекту (масса и ЦТ в условиях нагружения); - краткое описание изменений прогнозируемой массы, ЦТ и контрольных масс с момента подготовки предыдущего отчета о нагрузке масс
1 Введение	
1.1 Цель	Подраздел должен содержать описание цели подготовки отчета о нагрузке масс
1.2 Объем	Подраздел должен содержать: - описание объема работ по проекту и соответствующее ему содержание; - перечень условий нагружения, представленных в отчете
1.3 Условия нагружения	Подраздел должен содержать описание условий нагружения, представленных в отчете

Продолжение таблицы 1

Структура	Содержание
2 Исходные данные	
2.1 Источники информации	Подраздел должен содержать: - описание исходных материалов [компоновочные чертежи, чертежи общего расположения, сводный перечень оборудования, выборки по собственной массе из 3D-модели, входные данные по разделам проектирования (дисциплинам) и другие с указанием дат предоставления]; - сроки предоставления данных о нагрузке масс по разделам проектирования (*дисциплинам*)
2.2 Допущения в отчете	Подраздел должен содержать перечень допущений, принятых при создании отчета
2.3 Оценочные значения	Подраздел должен содержать таблицу, отражающую нагрузку масс, с учетом надбавки неучтенных масс в текущем отчете
2.4 Резервы по массе	Подраздел должен содержать таблицу, показывающую величину резервов (резерв управления, планируемый резерв, непланируемый резерв) в текущем отчете
3 Краткое описание условий нагружения	Раздел должен содержать (по каждому условию нагружения): - таблицы, отражающие значения массы и ЦТ *СМЕ*, строительных блоков и сооружений в целом — в зависимости от того, как это определено в проекте; - сравнение данных о нагрузке масс и ЦТ между текущим и предыдущим отчетом; - сравнение данных о нагрузке масс и ЦТ между текущим отчетом и плановой массой и ЦТ; - описание изменений массы по сравнению с предыдущим отчетом о нагрузке масс, включая снижение резервов и изменения контрольных масс
3.1 Условие нагружения «масса порожнем на точке эксплуатации»	
3.2 Условие нагружения «эксплуатация на месторождении»	
3.3 Другие условия нагружения (см. 5.5.2)	
4 Графики прогноза изменения нагрузки масс	Раздел должен содержать: - графики прогноза изменения нагрузки масс для всех принятых условий нагружения; - графики прогноза изменения массы для оборудования в сводном перечне оборудования и площади палуб сооружения
5 Список возможных рисков изменения нагрузки масс	Раздел должен содержать список возможных изменений в составе и объеме работ по проекту, которые следует контролировать в процессе управления изменениями перед включением в отчет о нагрузке масс
6 Приложения	
6.1 Термины и определения	Приложение должно содержать перечень терминов и определений, используемых в отчете
6.2 Сокращения	Приложение должно содержать перечень сокращений, используемых в отчете
6.3 Схема разбивки и системы координат	Приложение должно содержать схему с маркировкой основных строительных районов, строительных блоков и СМЕ и их привязкой к системе координат
6.4 Складирование/ хранение	Приложение должно содержать чертежи, показывающие расположение и грузоподъемность площадок (помещений) складирования и хранения
6.5 Шифры массы в условиях нагружения	Приложение должно содержать перечень шифров массы для различных условий нагружения, используемых в базе данных по массе
6.6 Библиография	Приложение должно содержать перечень ссылочных документов, которые приведены в отчете

Окончание таблицы 1

Структура	Содержание
6.7 График создания отчетов	Приложение должно содержать план-график с указанием запланированных дат представления данных по нагрузке масс и дат выпуска отчетов
6.8 Проектные данные	Приложение должно содержать сведения об объемно-планировочных, конструктивных и технических особенностях проекта
6.9 Прочее	Другая полезная информация

7.2.5 Проверка и верификация нагрузки масс

Нагрузку масс следует постоянно проверять на этапе разработки проектной документации.

При проверке выявляют тенденции изменения массы и отклонений ЦТ. Неблагоприятные тенденции изменения массы и отклонений ЦТ, выходящие за пределы контрольных масс, рассмотрены в разделе 6.

Верификация нагрузки масс должна:

- проводиться до определения контрольных масс;
- анализировать методологию и полноту оценок массы порожнем и эксплуатационной массы;
- выявлять и количественно оценивать риски и неопределенности;
- подтверждать достоверность определения контрольных масс;
- быть запланирована проектной командой;
- выполняться сторонами, не входящими в проектную команду *(заказчиком и/или привлекаемой независимой профильной организацией)*.

7.3 Разработка рабочей документации

7.3.1 Общие положения

Разработка рабочей документации — это этап проекта, на котором проектные решения уточняют и разрабатывают документы, в соответствии с которыми строят и/или изготавливают *МНГС*.

Нагрузка масс на этом этапе должна быть основана на выборке по собственной массе (включая резервы по собственной массе), на надбавке неучтенных масс и оценках массы поставщиков или массы по результатам взвешивания.

Прогнозируемую массу на основе выборки по собственной массе, данных поставщиков оборудования и по результатам взвешивания определяют по формуле

$$\text{Прогнозируемая масса} = \text{выборка по собственной массе} + \text{резерв по собственной массе} + \text{надбавка неучтенных масс} + \text{переменная масса (для применимых условий нагружения)}, \quad (7)$$

Рекомендации по надбавкам и резервам по массе приведены в приложении J.

Контроль нагрузки масс на этапе разработки рабочей документации должен включать:

- план контроля нагрузки масс;
- процедуру контроля нагрузки масс;
- отчет о нагрузке масс;
- проверку и верификацию данных нагрузки масс.

Контроль нагрузки масс на этапе разработки рабочей документации зависит от междисциплинарного опыта и организационных навыков для управления данными по нагрузке масс (см. приложение *Н*).

7.3.2 План контроля нагрузки масс

План контроля нагрузки масс (см. 7.2.2) должен быть разработан в соответствии с планом выполнения работ на этапе разработки рабочей документации организациями, участвующими в проекте.

7.3.3 Процедура контроля нагрузки масс

Процедура контроля нагрузки масс (см. 7.2.3) должна быть разработана для учета данных по массам, полученных из 3D-модели САПР, по чертежам и по данным от поставщиков.

7.3.4 Отчет о нагрузке масс

Отчет о нагрузке масс (см. 7.2.4) должен быть разработан путем уменьшения надбавки неучтенных масс, увеличения выборки по собственной массе и уменьшения резервов по собственной массе с использованием показателей прогресса, которые определяют, когда может произойти снижение резервов по собственной массе.

Отчеты о нагрузке масс на этапе разработки рабочей документации:

- должны составляться ежемесячно;
- в обязательном порядке составляются ежемесячно для *СМЕ*, чувствительных к изменениям массы.

Типовая структура и содержание отчета о нагрузке масс представлены в таблице *1*.

7.3.5 Проверка и верификация нагрузки масс

Нагрузку масс следует постоянно проверять на этапе разработки рабочей документации, чтобы отслеживать тенденции изменения массы и отклонений ЦТ.

Неблагоприятные тенденции изменения массы и отклонений ЦТ, выходящие за пределы контрольных масс, рассмотрены в разделе 6.

Верификация нагрузки масс на этапе разработки рабочей документации должна:

- проводиться после начала процесса контроля нагрузки масс, т. е. после выпуска двух-трех отчетов о нагрузке масс;
- предоставить доказательства того, что процесс контроля нагрузки масс был реализован и применен в проекте;
- определить риск того, что процесс контроля нагрузки масс будет неэффективным или недостаточным для целей контроля нагрузки масс в проекте;
- быть запланирована проектной командой;
- выполняться сторонами, не входящими в проектную команду *(заказчиком и/или привлекаемой независимой профильной организацией)*.

7.4 Строительство

7.4.1 Общие положения

Контроль нагрузки масс должен поддерживаться на этапе строительства и должен включать:

- обновление контроля нагрузки масс и процедуры контроля нагрузки масс для отражения хода строительных работ;
- отчетность о нагрузке масс;
- взвешивание *СМЕ*.

7.4.2 База данных по массе

На этапе строительства необходимо обновить базу данных по массе, чтобы включить в нее:

- выборку по собственной массе и корректировки резервов по собственной массе в связи с более детальной проработкой конструкций *МНГС*;
- массы по итогам взвешивания оборудования и *СМЕ*;
- замены материалов при строительстве;
- изменения, вносимые в рабочую документацию на этапе строительства;
- весовые элементы, устанавливаемые при монтаже на точке эксплуатации;
- прочие материалы;
- временные строительные или монтажные элементы, которые монтируются к сооружению или *СМЕ* для некоторых условий нагружения (например, при условиях нагружения «погрузка», «транспортировка»).

7.4.3 Отчет о нагрузке масс

Отчеты о нагрузке масс должны быть разработаны в соответствии с 7.3.4.

7.4.4 Взвешивание сборочно-монтажных единиц

Взвешивание поставляемых весовых элементов и *СМЕ* рассмотрены в разделах 8 и 9 соответственно.

Результаты взвешивания (массы и ЦТ), которые определены с учетом временных элементов, должны заменить прогнозируемую массу на последующих этапах проекта (например, монтаж и *ПНР*, эксплуатация, вывод из эксплуатации).

Массу невзвешенных *СМЕ* следует сохранять в базе данных по массе на основе выборки по собственной массе и резервов по собственной массе.

7.5 Монтаж и пуско-наладочные работы

Контроль нагрузки масс должен быть выполнен во время монтажа и проведения *ПНР* и должен включать:

- обновления базы данных по массе;
- проверку, что массы *СМЕ* и ЦТ находятся в пределах грузоподъемности монтажных устройств;
- записи о массе и местоположении предметов, добавленных или удаленных с сооружения во время *ПНР* (например, вспомогательные средства, материалы, оборудование, контейнеры, применяемые при *ПНР*).

Предметы, применяемые для монтажа и *ПНР*, оставшиеся на сооружении после *ПНР* (например, строительные леса, контейнеры, запасные части, оставшиеся материалы), должны быть включены в базу данных по массе.

Ответственность по контролю нагрузки масс по окончании *ПНР* должна передаваться в депозитарий базы данных по массе.

7.6 Эксплуатация

7.6.1 Общие положения

Контроль нагрузки масс должен поддерживаться депозитарием базы данных по массе на протяжении всей эксплуатации и должен включать:

- процедуру контроля нагрузки масс;
- базу данных по массе;
- чертежи площадок (помещений) складирования и хранения;
- контроль массы порожнем на точке эксплуатации и эксплуатационной массы и ЦТ.

7.6.2 Процедура контроля нагрузки масс

Процедура контроля нагрузки масс должна быть подготовлена в начале этапа эксплуатации.

Процедура контроля нагрузки масс должна включать:

- функции и обязанности сторон;
- методологию регистрации изменений массы и ЦТ в связи с запланированными и незапланированными изменениями действующих сооружений и выводом из эксплуатации;
- интервалы представления данных о массе и инициирующие факторы (например, изменения действующих сооружений) для промежуточных отчетов о нагрузке масс.

Нагрузку масс и ЦТ действующего *МНГС*, как правило, анализируют и предоставляют в форме отчета ежегодно при условии, что в этот период времени не осуществлялись реконструкции и/или технические перевооружения.

Контроль нагрузки масс и ЦТ действующих *МНГС* при изменениях, увеличивающих на 3 % или более общую эксплуатационную массу, и при незначительных изменениях, осуществляемых на этапе эксплуатации, должны соответствовать положениям подразделов 7.1—7.5.

7.6.3 База данных по массе

Независимо от массы, база данных по массе должна поддерживаться и обновляться с учетом всех реконструкций и технических перевооружений на действующих *МНГС*.

База данных по массе для этапа эксплуатации должна включать:

- массу порожнем на точке эксплуатации с использованием установленных масс по результатам взвешивания *СМЕ* или выборки по собственной массе, включая резервы по собственной массе для весовых элементов или невзвешенных *СМЕ*;
- переменную массу, определяемую с использованием выборки по собственной массе, включая резервы по собственной массе для весовых элементов или *СМЕ*.

Расположение и уровень заполнения переменных масс представляют собой условия максимального нагружения, обычно возникающие на этапе эксплуатации.

Расположение и уровень заполнения переменных масс документируют в рамках процедуры контроля нагрузки масс (см. приложение *С*).

Базу данных по массе следует постоянно пересматривать, при этом углубленный анализ должен проводиться каждые 5 лет или при значительных изменениях массы или ЦТ сооружения (например, при увеличении на 3 % или более общей эксплуатационной массы).

Анализ должен подтвердить, что база данных по массе включает массу порожнем на точке эксплуатации и ЦТ, а также эксплуатационную массу и ЦТ для *МНГС*.

7.6.4 Проверка и верификация базы данных по массе

При недостаточности документации, подтверждающей выполнение требований подразделов 7.1—7.5, существующие базы данных по массе должны быть верифицированы, чтобы гарантировать точность и полноту данных о массе порожнем на точке эксплуатации, переменных масс и ЦТ (см. раздел *G*.7).

Верификацию предыдущей версии базы данных по массе следует проводить либо при смене собственника *МНГС*, либо при следующем углубленном анализе базы данных по массе (см. 7.6.3), до внесения значительных изменений по массе или ЦТ (при увеличении на 3 % или более общей эксплуатационной массы) или до начала этапа вывода из эксплуатации.

Верификация базы данных по массе должна включать следующее:

- база данных по массе отражает последние актуальные компоновочные чертежи *МНГС* и сводный перечень оборудования;
- расположение и уровень заполнения переменных масс (см. таблицу *С*.1), чертежи площадок (помещений) складирования и хранения;
- нагрузки при бурении (см. таблицу *С*.2);
- там, где это целесообразно, массы объемных элементов заменяют массой, основанной на выборке по собственной массе (например, масса по чертежу, 3D-модели САПР);
- все реконструкции или технические перевооружения на действующих *МНГС*, выполненные на этапе эксплуатации.

7.6.5 Чертежи площадок (помещений) складирования и хранения

Чертежи площадок (помещений) складирования и хранения должны быть в актуальной ревизии, отражающей их текущий статус на действующем *МНГС*.

Чертежи площадок (помещений) складирования и хранения являются основой для информационных указателей на *МНГС*, которые могут быть размещены в зонах складирования и хранения на *МНГС*.

7.6.6 Вывод из эксплуатации

Необходимо провести обследование *МНГС* для подтверждения достоверности актуальной базы данных по массе.

Результаты контроля нагрузки масс на этапе вывода из эксплуатации *(консервация или ликвидация)* должны включать:

- базу данных фактической нагрузки масс, включая все объемные элементы и оборудование;
- массу порожнем на точке эксплуатации и остаточную переменную массу и ЦТ каждой *СМЕ*, строительного блока и/или *ВС/ОЧ*, являющихся частью *операций по консервации или ликвидации*;
- результаты обследования и выводы об актуальности базы данных по массе.

Полная, актуальная и детализированная база данных по массе *МНГС* является важным документом, способствующим безопасному и контролируемому *процессу вывода из эксплуатации (консервация или ликвидация)*.

8 Положения о взвешивании оборудования и объемных элементов, нагрузке масс, предоставляемой поставщиками

8.1 Общие положения

В заказы на поставку следует включать положения о том, что поставщик должен предоставлять данные о нагрузке масс и ЦТ на контрольных этапах, как указано в подразделе 8.2.

Компоненты, поставляемые в рамках заказа на поставку объемных элементов (например, конструкционная сталь, компоненты трубопроводной обвязки, электрические кабели), обычно не рассматривают как отдельные элементы, как в случае с оборудованием. Тем не менее из-за уникальности *СМЕ*, представленных объемными элементами (например, клапанов с управляемыми приводами, стеновых панелей и т. д.), может быть указано, что поставщик предоставляет данные о нагрузке масс и ЦТ в соответствии с теми же требованиями, что и для оборудования.

Поставщик должен как можно точнее рассчитать массу и ЦТ на основании имеющейся проектной документации и/или результатов взвешивания.

По завершении изготовления оборудование и объемные элементы должны быть взвешены, как указано в подразделе 8.3. Форма сертификата взвешивания оборудования и объемных элементов приведена в разделе *К*.1.

8.2 Предоставление данных о нагрузке масс

Поставщик должен предоставить данные о нагрузке масс:

- в составе тендерной документации;
- в течение срока, указанного после размещения заказа на поставку;
- до начала изготовления (например, утверждены документы на изготовление);
- если изменение массы оборудования или объемных элементов превышает величину, согласованную в рамках проекта;
- по завершении изготовления и перед взвешиванием;
- после завершения взвешивания с приложением сертификата взвешивания.

Данные о нагрузке масс в составе:

a) массы порожнем и ЦТ поставляемого оборудования и компонентов, обеспечивающих их функционирование (например, смазочные материалы, жидкости гидравлических систем, охлаждающие жидкости);

b) массы и ЦТ рабочих сред в оборудовании при нормальной эксплуатации;

c) массы оборудования в состоянии нормальной эксплуатации — это комбинация значений массы и ЦТ для весовых элементов, указанных в перечислениях a) и b);

d) массы оборудования и ЦТ при испытаниях (где применимо);

e) массы и ЦТ при транспортировке.

Нагрузка масс оборудования и объемных элементов, предоставляемых поставщиками, должна быть выражена в единицах физических величин, установленных в соответствии с требованиями ГОСТ 8.417.

8.3 Требования к взвешиванию

8.3.1 Оборудование

По завершении изготовления оборудования или объемного элемента поставщик должен взвесить все весовые элементы с массой более 1 т. При наличии идентичных экземпляров оборудования или объемного элемента взвешиванию подлежит только один образец. Для оборудования массой менее 1 т допускается использование данных из каталога или результатов подробных расчетов масс, проведенных поставщиком.

8.3.2 Объемные элементы

Компоненты объемных элементов (например, конструкционная сталь, компоненты трубопроводной обвязки, электрические кабели) не должны взвешиваться. Однако при невозможности точно определить массу *CME*, собранной из нескольких компонентов объемных элементов, необходимо выполнить взвешивание, чтобы подтвердить массу *CME*.

8.4 Процедура взвешивания

В рамках своего объема работ поставщик должен разработать процедуру взвешивания и направить ее заказчику на согласование в течение 3 мес с момента размещения заказа на покупку, если иное не предусмотрено контрактом.

Процедура взвешивания должна включать:

- перечень всех весовых элементов (оборудование или объемные элементы), подлежащих взвешиванию с использованием предлагаемого метода и устройств для взвешивания;
- идентификацию оборудования и заказ на поставку, согласно которому поставляют оборудование, с использованием идентификационной номенклатуры, определенной проектом;
- описание используемых устройств для взвешивания и метода взвешивания (например, электронные динамометры на сжатие и гидравлические домкраты, динамометр на растяжение, монтируемый на грузоподъемную оснастку, напольные весы для взвешивания);
- конструктивные элементы и массу опорных конструкций и фундаментов внизу или подъемной траверсы вверху (если требуется), используемых для распределения массы взвешиваемого весового элемента на используемые измерительные устройства;
- расчеты, подтверждающие, что фундаменты в местах установки динамометров и домкратов, опорные конструкции или траверсы не будут подвергаться чрезмерным нагрузкам во время операций взвешивания;

- описание используемых измерительных, записывающих и подъемных устройств с указанием номинальной мощности, ожидаемой неопределенности и диапазона окружающей среды (температура и влажность);
- образцы сертификатов поверки всех устройств для взвешивания (включая запасные), которые будут использованы при взвешивании;
- указание используемого эталона поверки, наименование и адрес организации, ответственной за выполнение поверки;
- пример расчета, иллюстрирующий, как общая масса и ЦТ весового элемента будут определены на основе данных, собранных с использованием предлагаемого метода взвешивания;
- чертеж с размерами, показывающий предлагаемое расположение устройства для взвешивания относительно ЦТ весового элемента;
- пример расчета, иллюстрирующий, каким образом к результатам взвешивания следует математически прибавлять (масса и ЦТ) постоянные элементы, не присутствующие на взвешивании, и как временные элементы, не являющиеся частью постоянных элементов, следует математически вычитать (масса и ЦТ) из результатов взвешивания;
- планируемые даты, время и место проведения взвешивания;
- если применимо, наименование и адреса всех субподрядчиков, участвующих во взвешивании.

8.5 Устройства для взвешивания

8.5.1 Тип устройства для взвешивания

Взвешивание оборудования или объемных элементов с прогнозируемой массой, превышающей или равной 10 т, должно быть выполнено с использованием электронных динамометров на сжатие. При взвешивании на электронных динамометрах на сжатие динамометры опираются на поверхность земли, а взвешиваемый весовой элемент размещается на поверхности приложения силы динамометров. Этот метод должен применяться для определения положения ЦТ в плоскости, параллельной поверхности приложения силы динамометров. Использование разных типов устройств во время операции взвешивания не допускается.

Устройства для взвешивания должны иметь цифровой дисплей или аналогичный ему, который легко доступен и отображает результаты с таким же уровнем неопределенности, как и динамометр. Если используют более одного устройства для взвешивания, необходима дистанционная индикация показаний каждого динамометра. Погрешность измерения дисплея должна соответствовать погрешности измерения устройства для взвешивания. Стрелочные индикаторы не допускаются.

8.5.2 Поверка устройств для взвешивания

Устройства для взвешивания должны быть поверены на всю их рабочую грузоподъемность, как это определено изготовителем. Поверка должна быть выполнена лабораторией или испытательным агентством, отвечающим требованиям *ГОСТ ISO/IEC 17025* или аккредитованными в соответствующей области органом по аккредитации.

Для весовых элементов с ожидаемой массой, равной или более 10 т, устройства для взвешивания должны быть поверены в течение предыдущих 6 мес. Для весовых элементов с ожидаемой массой менее 10 т устройства для взвешивания должны быть поверены в течение предыдущих 12 мес.

Сертификаты поверки должны быть доступны как минимум за 48 ч до начала взвешивания.

Оборудование для взвешивания должно быть внесено в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений и иметь действующие свидетельства о поверке.

8.5.3 Неопределенность устройств для взвешивания

Оценку неопределенности измерений устройств для взвешивания необходимо выполнять в соответствии с требованиями ГОСТ 34100.3.

Для весовых элементов с расчетной массой, более или равной 1 т, на момент завершения изготовления неопределенность измерения не должна превышать ±1,0 %.

8.5.4 Рабочий диапазон нагрузок при взвешивании

Взвешивание необходимо выполнять таким образом, чтобы рабочий диапазон динамометров и подъемного оборудования находился в пределах от 20 % до 80 % от максимального предела измерения, указанного производителем динамометров.

8.5.5 Запасные части устройств для взвешивания

Во избежание задержек из-за отказов устройств для взвешивания или их вспомогательных компонентов, должны быть в наличии запасные части во время взвешивания. *Использование отремонтированных приборов без поверки недопустимо.*

8.6 Наблюдение за взвешиванием

Операции взвешивания должны быть засвидетельствованы наблюдателями (например, заказчиком, верификационным органом третьей стороны).

8.7 Планирование взвешивания

Взвешивание оборудования и объемных элементов должно быть запланировано после завершения изготовления и до того, как весовой элемент будет подготовлен к отправке заказчику.

8.8 Условия окружающей среды при взвешивании

Взвешивание, проводимое на открытом воздухе, должно быть проведено только при следующих условиях окружающей среды:

- температура окружающей среды и относительная влажность находятся в пределах диапазона рабочих условий, рекомендованного изготовителем устройства для взвешивания;
- измеренная скорость ветра (средняя за 10 мин) не превышает 5 м/с или порывы не превышают измеренной скорости ветра более чем на 2,5 м/с (измерения ветра проводят на высоте 2 м над уровнем земли);
- отсутствует риск осадков (например, дождя или снега) непосредственно перед взвешиванием или во время него;
- взвешивание необходимо выполнять в светлое время суток (по возможности), либо подрядчик должен обеспечить достаточное освещение всех рабочих площадок, на которых выполняется взвешивание.

8.9 Операция взвешивания

Взвешивание оборудования и объемных элементов должно состоять из записи как минимум трех последовательных и непротиворечивых результатов. Результаты взвешивания являются непротиворечивыми, когда разница между максимальным и минимальным результатом и средним арифметическим значением трех последовательных результатов меньше, чем погрешность используемых устройств для взвешивания. Сбор дополнительных результатов взвешивания проводят до тех пор, пока не будут получены три последовательных и непротиворечивых результата.

Результаты регистрируют после того, как взвешиваемый весовой элемент полностью поднят с опор и прошло достаточное количество времени, чтобы можно было стабилизировать массу, отображаемую на дисплеях устройства для взвешивания. После регистрации результатов и возвращения весового элемента на опоры, необходимо полное снятие нагрузки с устройств для взвешивания и обнуление показаний. Любая остаточная нагрузка должна быть зарегистрирована.

Взвешивание должно быть остановлено при возникновении одной из следующих проблем:

- несогласованные результаты взвешивания;
- механическая/электрическая неисправность или поломка устройств для взвешивания;
- перегрузка устройств для взвешивания;
- неблагоприятные условия окружающей среды.

Причина проблемы должна быть установлена до того, как будет разрешено продолжить взвешивание. Должны быть приняты меры для ремонта или замены неисправных устройств для взвешивания. *Использование отремонтированных приборов без поверки недопустимо.*

Система взвешивания не должна быть демонтирована до тех пор, пока лица, наблюдающие за взвешиванием, не сочтут результаты удовлетворительными.

8.10 Временные элементы при операции взвешивания

Масса временных элементов, используемых при взвешивании, должна быть сведена к минимуму. Взвешивание необходимо выполнять перед подготовкой весовых элементов к поставке.

Временные элементы массой более 1 т необходимо взвешивать отдельно. Масса временных элементов с расчетной массой менее 1 т должна быть подтверждена либо расчетным путем, либо взвешиванием.

Полный перечень временных элементов, используемых при взвешивании, должен быть включен в сертификат взвешивания (включая краткое описание, расчетную и/или измеренную массу и ЦТ).

Масса временных элементов должна быть вычтена из результата взвешивания весовых элементов с учетом положения ЦТ.

8.11 Постоянные элементы, отсутствующие при взвешивании

Масса постоянных элементов, отсутствующих при взвешивании, должна быть сведена к минимуму. Масса отсутствующих постоянных элементов с расчетной массой более 1 т должна быть подтверждена отдельным взвешиванием. Масса отсутствующих постоянных элементов с расчетной массой менее 1 т должна быть подтверждена либо расчетным путем, либо взвешиванием.

Полный перечень постоянных элементов, отсутствующих при взвешивании, должен быть включен в сертификат взвешивания (включая краткое описание, расчетную и/или измеренную массу и ЦТ).

Масса отсутствующих при взвешивании постоянных элементов должна быть добавлена к результату взвешивания весовых элементов с учетом положения ЦТ.

8.12 Сертификат взвешивания

Должен быть подготовлен сертификат взвешивания, включающий в себя:

- массу по результатам взвешивания;
- полный перечень временных элементов с указанием массы и ЦТ, используемых при взвешивании;
- полный перечень постоянных элементов, отсутствующих при взвешивании, с указанием массы и ЦТ;
- расчеты массы по итогам взвешивания и положения ЦТ;
- результирующую массу порожнем и ЦТ;
- массу рабочих сред и ЦТ в состоянии нормальной эксплуатации;
- результирующую эксплуатационную массу и ЦТ.

Форма сертификата взвешивания оборудования и объемных элементов приведена в разделе *К*.1.

9 Требования к взвешиванию сборочно-монтажных единиц

9.1 Общие положения

Все *СМЕ* и/или строительные блоки *ВС* должны быть взвешены ближе к концу строительства для проверки общей массы и ЦТ в плоскости, параллельной поверхности приложения силы динамометров.

ОЧ и подводные сооружения должны быть взвешены ближе к концу строительства, если их конструкции чувствительны к массе и/или необходимо подтвердить положение ЦТ.

Взвешивание *СМЕ* и/или строительного блока следует выполнять с использованием динамометров на сжатие и системы гидравлических домкратов.

Для плавучих сооружений подтверждение массы порожнем и ЦТ указано в правилах классификационных обществ и в международных стандартах.

9.2 Процедура взвешивания

Процедура взвешивания должна включать:

- описание *СМЕ* и/или строительного блока, включая наименование проекта, заказчика, обозначение *СМЕ* и/или строительного блока (наименование, идентификационный код и т. д.);
- описание используемого метода взвешивания (см. 9.3.1 и 9.3.7);
- конструктивные элементы опорных фундаментов в местах расположения динамометров на сжатие;
- конструктивные элементы опорных конструкций, которые должны быть размещены под *СМЕ* для распределения ее массы на динамометры;
- расчеты, подтверждающие, что фундаменты в местах установки динамометров и домкратов, опорные конструкции или траверсы не будут подвергаться чрезмерным нагрузкам во время операции взвешивания;
- чертеж, демонстрирующий расположение гидравлических домкратов, насосов и соединительных трубопроводов, которые будут использованы во время операции взвешивания для подъема и опускания *СМЕ* на поверхности приложения силы динамометров;
- описание динамометров, системы регистрации данных и подъемных устройств;
- описание используемых измерительных, записывающих и подъемных устройств с указанием номинальной мощности, ожидаемой неопределенности и диапазона окружающей среды (температура и влажность);

- номинальная мощность, ожидаемая неопределенность и рабочий диапазон окружающей среды (температура и влажность) динамометров;
- номинальная мощность отдельных гидравлических домкратов и всей гидравлической системы;
- описание, включая все меры безопасности, метода контроля вертикального перемещения во время операций взвешивания;
- образцы сертификатов поверки для всех динамометров (включая запасные части), которые будут использованы при взвешивании;
- указание используемого эталона поверки, наименование и адрес организации, ответственной за выполнение поверки динамометров;
- пример расчета, иллюстрирующий, как общая масса и ЦТ *CME* будут определены на основе данных, собранных с использованием предлагаемого метода взвешивания;
- примеры расчетов, иллюстрирующие, как будет рассчитана общая неопределенность на основе данных, собранных во время взвешивания (см. 9.3.3);
- чертеж с размерами, показывающий предполагаемое расположение динамометров относительно ЦТ *CME* в проектной системе координат;
- пример расчетов, иллюстрирующий, как постоянные элементы, не присутствующие на взвешивании, следует математически прибавлять (масса и ЦТ) к результатам взвешивания, и как временные элементы, не являющиеся частью весовых элементов, следует математически вычитать (масса и ЦТ) из результатов взвешивания;
- планируемые даты, время и место проведения взвешивания *CME*;
- если применимо, наименование и контактная информация субподрядчика по взвешиванию, выполняющего операции по взвешиванию.

9.3 Система взвешивания

9.3.1 Динамометры

Система взвешивания должна состоять из динамометров сжатия. Другие типы динамометров могут быть использованы, если будет доказано, что они имеют уровни неопределенности, сравнимые с динамометрами сжатия, и отвечают требованиям 9.3.3.

Динамометры должны быть оснащены шарнирными опорами с плоской и/или выпуклой поверхностями приложения силы, чтобы свести к минимуму горизонтальные силы и изгибающие моменты, а также уменьшить неопределенность координат приложения нагрузок к динамометрам.

Динамометры следует использовать только для того проекта, для которого они поверены.

9.3.2 Считывающие устройства

Масса, измеренная отдельными динамометрами, должна быть отображена на цифровом дисплее, расположенном в центре. Все устройства для взвешивания должны иметь цифровую индикацию, которая обеспечивает непрерывное считывание массы, измеренной каждым динамометром. Стрелочные индикаторы не допускаются. Точность отображения должна соответствовать точности динамометра. Необходимо обеспечить получение печатной копии (распечатки) и электронного хранения результатов.

Масса должна быть отображена и зафиксирована с разрешением в одну треть (или более) погрешности измерения (например, разрешение 0,1 т или более для показаний динамометра на 60 т с точностью 0,5 % неопределенности).

9.3.3 Неопределенность системы взвешивания

Неопределенность измерения каждого динамометра должна удовлетворять условиям, при которых суммарная стандартная неопределенность u_c = ±0,5 %, коэффициент охвата k = 2 от максимального предела измерения.

Неопределенность измерения всей системы взвешивания должна удовлетворять тем условиям, при которых суммарная стандартная неопределенность u_c = ±1,0 %, коэффициент охвата k = 2 от фактически полученного значения измерения.

В целом оценку неопределенности измерений необходимо выполнять в соответствии с требованиями ГОСТ 34100.3.

Дополнительная информация приведена в приложении *L*.

9.3.4 Поверка динамометров

Поверка динамометров должна быть выполнена лабораторией или испытательным агентством, отвечающим требованиям *ГОСТ ISO/IEC 17025* или аккредитованным в соответствующей области органом по аккредитации. Поверки следует проводить во всем диапазоне грузоподъемности динамометров и документировать сертификатами поверки.

Поверка должна быть завершена максимум за 6 мес до предполагаемой даты операции взвешивания.

В зависимости от выходного сигнала считывающего устройства поверка должна быть выполнена одним из следующих методов:

- если выходной сигнал блока считывания зависит от длины кабеля, соединяющего его с динамометром, поверку динамометра следует выполнять с подключенным блоком считывания;
- если выходной сигнал считывающего устройства не зависит от длины кабеля, соединяющего его с динамометром, то динамометр должен быть поверен механически, отдельно от усилителей. Усилители должны быть поверены электрически с использованием точного тензометрического калибратора. Как калибратор, так и его считывающее устройство должны иметь действующие сертификаты калибровки. Тип, серийный номер, погрешность измерения и ссылка на эталонный динамометр должны быть включены в сертификаты поверки.

Оборудование для взвешивания должно быть внесено в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений и иметь действующие свидетельства о поверке.

9.3.5 Рабочий диапазон нагрузок при взвешивании

Операцию взвешивания необходимо выполнять таким образом, чтобы рабочий диапазон динамометров и подъемного оборудования находился в пределах от 20 % до 80 % от максимального предела измерения, указанного производителем динамометров. Если динамометры системы взвешивания установлены для целей, отличных от взвешивания *СМЕ* (например, подъем *СМЕ* для установки более высоких опор), прилагаемые нагрузки не должны превышать 80 % от максимального предела измерения, указанного производителем динамометров.

9.3.6 Запасные части оборудования для взвешивания

Во избежание задержек из-за отказов оборудования для взвешивания или их вспомогательных компонентов должны быть в наличии запасные части во время взвешивания. *Использование отремонтированных приборов без поверки недопустимо.*

9.3.7 Гидравлическая подъемная система

Система взвешивания должна состоять либо из отдельных домкратов и динамометров, либо из домкратов со встроенными динамометрами, прикрепленными к верхней части поршня домкрата. Масса *СМЕ* должна быть приложена непосредственно к динамометрам либо путем подъема и опускания на динамометры (если используются отдельные динамометры и домкраты), либо путем поднятия динамометров к *СМЕ*, а затем их подъема (когда динамометры являются неотъемлемой частью домкратов). В системах, использующих отдельные динамометры и домкраты, динамометры следует располагать рядом с домкратами.

Гидравлическая система должна работать таким образом, чтобы *СМЕ* можно было плавно поднимать и опускать для равномерного и одновременного приложения нагрузок к динамометрам. Необходимо, чтобы домкратная система подъема, используемая для операции взвешивания, могла обеспечивать одновременное равномерное вертикальное перемещение во всех точках взвешивания.

Управление гидравлическими системами должно быть осуществлено единым устройством для предотвращения неравномерного подъема (т. е. скручивания или раскачивания) *СМЕ*. Гидравлическая система должна иметь кнопку аварийной остановки, способную подать сигнал гидравлической системе удерживать *СМЕ* на месте в любой точке хода домкрата.

9.3.8 Горизонтальность *СМЕ* при взвешивании

При проведении операции взвешивания, особенно во время записи результатов взвешивания, необходимо контролировать горизонтальность *СМЕ* (в плоскости, параллельной поверхности приложения силы динамометров), чтобы разница высот между соседними точками подъема не превышала 2 мм или 1/1000 расстояния между точками подъема.

9.4 Подготовка перед взвешиванием

9.4.1 Уведомление и наблюдение за взвешиванием

Операции взвешивания должны быть засвидетельствованы наблюдателями (например, заказчиком, верификационным органом третьей стороны).

Подрядчик обязан письменно уведомить заказчика как минимум за 30 рабочих дней о запланированной дате, времени и месте взвешивания и о подтвержденной дате, времени и месте взвешивания как минимум за 10 рабочих дней до проведения процедуры взвешивания.

Решение об участии в операции взвешивания принимает заказчик.

9.4.2 Условия окружающей среды при взвешивании

Взвешивание, проводимое на открытом воздухе, должно быть проведено только при следующих условиях окружающей среды:

- допустимый диапазон температур и влажности воздуха, при которых возможно выполнение взвешивания *СМЕ* или строительных блоков, должен находиться в пределах диапазона рабочих условий, рекомендованных изготовителем оборудования для взвешивания;
- измеренная скорость ветра (средняя за 10 мин) не превышает 5 м/с, или порывы ветра не превышают более чем на 2,5 м/с измеренную скорость ветра. Измерения скорости ветра следует проводить на высоте 2 м над уровнем земли;
- отсутствие риска выпадения осадков (например, дождя, снега) непосредственно перед взвешиванием или во время него;
- взвешивание необходимо выполнять в светлое время суток (по возможности), либо подрядчик должен обеспечить достаточное освещение всех рабочих площадок, на которых выполняют взвешивание.

9.4.3 Предварительный отчет о массе

Предварительный отчет о массе должен быть подготовлен до начала операции взвешивания. В отчете должны быть указаны сведения (массы и ЦТ), используемые для определения прогнозируемой массы и ЦТ *СМЕ* во время взвешивания.

Предварительный отчет о массе должен содержать:

- прогнозируемую массу и ЦТ взвешиваемой *СМЕ*;
- перечень (описание весового элемента, масса и ЦТ) и сводные данные по всем постоянным весовым элементам, присутствующим на взвешивании;
- перечень (описание весового элемента, масса и ЦТ) и сводные данные по всем постоянным весовым элементам, отсутствующим на взвешивании;
- перечень (описание элемента, масса и ЦТ) и сводные данные по всем временным элементам, присутствующим на взвешивании.

По завершении взвешивания массу и ЦТ *СМЕ*, определяемые при взвешивании, следует сравнивать с массой и ЦТ, указанными в предварительном отчете о массе.

Если математическая разница между массой по результатам взвешивания и массой, представленной в предварительном отчете о массе, превышает ±1,0 %, должен быть выполнен анализ нагрузки масс. При выполнении анализа должны быть выявлены ошибки (например, пропущенные или дважды учтенные весовые элементы) в предварительном отчете о массе и ошибки в данных взвешивания (например, неверную запись результатов взвешивания), из-за которых разница превысила ±1,0 %. Предварительный отчет о массе должен быть соответствующим образом актуализирован и включен в отчет о взвешивании.

Если математическая разница между ЦТ, полученным при взвешивании, и ЦТ согласно приведенному в предварительном отчете о массе превышает ±0,5 % расстояния между крайними основными опорными конструкциями или фермами в направлении с востока на запад и с севера на юг, необходимо после взвешивания выполнить анализ ЦТ. При выполнении анализа должны быть выявлены ошибки (например, ошибки при вводе данных, перестановку координат) в ЦТ весовых элементов в предварительном отчете о массе и ошибки в данных взвешивания (например, неправильные координаты местоположения, присвоенные динамометру), из-за которых разница превысила ±0,5 %. Предварительный отчет о массе должен быть соответствующим образом актуализирован и включен в отчет о взвешивании.

9.4.4 Временные элементы при операции взвешивания

Перед взвешиванием *СМЕ* необходимо демонтировать и удалить все лишние временные элементы (т. е. те, которые не должны быть во время взвешивания).

Общая масса временных элементов, присутствующих при окончательном взвешивании, не должна превышать 1 % от массы присутствующих постоянных весовых элементов.

Временные элементы, взвешиваемые отдельно до взвешивания *СМЕ* (например, временные элементы, являющиеся частью структурной целостности *СМЕ*, таких как погрузочные транспортные рамы, транспортные рамы и т. д., а также материалы и изделия, связанные с *ПНР*), должны быть исключены из общей суммы масс временных элементов, присутствующих при взвешивании (т. е. 1 % от веса массы постоянных весовых элементов, присутствующих на взвешивании).

Точки соединения между *CME* и внешним доступом (например, строительными лесами и/или шахтными лестницами, опирающимися на землю) должны быть освобождены, чтобы при подъеме *CME* исключить подъем этих временных конструкций.

9.5 Операция взвешивания

9.5.1 Количество зарегистрированных результатов

Перед началом операции взвешивания должно быть выполнено пробное взвешивание для проверки работы гидравлической подъемной системы и динамометров.

Для каждой операции взвешивания должно быть выполнено достаточное количество циклов взвешивания, чтобы получить серию из трех последовательных и согласованных результатов (см. 9.5.3).

Цикл взвешивания — это процесс начиная с состояния «без нагрузки» (*CME* не контактирует с динамометрами) до размещения полной массы *CME* на динамометрах, регистрации показаний динамометров, снятия полной массы *CME* с динамометров и регистрации остаточных показаний динамометров (состояние «без нагрузки»), когда *CME* полностью поднята.

После регистрации результатов взвешивания необходимо полностью снять нагрузку с динамометров и обнулить показания перед следующим циклом взвешивания. Если полное обнуление невозможно, все остаточные показания должны быть зарегистрированы, а результат взвешивания скорректирован.

Должны быть приняты меры для ремонта, замены или изменения положения динамометров, если во время цикла взвешивания возникает любая из следующих проблем:

- несогласованные результаты взвешивания;
- остаточные показания динамометров, когда *CME* не находится в контакте с динамометрами;
- механическая/электрическая неисправность или поломка оборудования для взвешивания;
- перегрузка динамометров;
- неблагоприятные условия окружающей среды.

Устранение проблем путем замены/ремонта динамометров или устройств регистрации нагрузки должно привести к повторному взвешиванию. Все ранее зарегистрированные результаты должны быть аннулированы. *Использование отремонтированных приборов без поверки недопустимо.*

9.5.2 Показания динамометров и критерии уровня

Во время записи показаний динамометров *CME* должна быть поднята не менее чем на 3 мм от каждой опоры. Это должно быть подтверждено визуально в каждой опорной точке.

Во время взвешивания следует поддерживать приемлемое распределение нагрузки. Показания всех динамометров следует фиксировать одновременно после стабилизации показаний, проверки и регистрации горизонтальности *CME* (см. 9.3.8), а также определения скорости и направления ветра.

9.5.3 Согласованность результатов

За исключением явно несогласованных или ошибочных результатов, отдельные результаты взвешивания, измеренные для каждого из циклов взвешивания, не должны отличаться от среднего значения трех принятых результатов взвешивания более чем на уровни неопределенности системы взвешивания, определенные в 9.3.3.

9.5.4 Определение положения центра тяжести

Окончательное положение ЦТ необходимо определять как среднее значение трех принятых результатов взвешивания.

9.5.5 Отчет о взвешивании

Отчет о взвешивании должен быть подготовлен и содержать следующую информацию:

- сведения о подрядчике, выполняющем взвешивание;
- перечень имен и контактную информацию ключевого персонала, осуществляющего взвешивание;
- копию всех данных (показания динамометров, условия окружающей среды, результаты измерения горизонтальности и т. д.), зарегистрированных во время взвешивания;
- сертификаты поверки всех динамометров, включая запасные части;
- схемы взвешиваемых *CME* в плане, показывающих расположение динамометров (с указанием размеров в проектной системе координат) и информацию о динамометрах (например, серийные номера);
- полный перечень временных элементов, включая суммарную массу и ЦТ, присутствующих при взвешивании;

- полный перечень постоянных элементов, включая суммарную массу и ЦТ, отсутствующих при взвешивании;
- актуализированный отчет о массе, подготовленный в соответствии с 9.4.3, включая изменения, внесенные непосредственно перед взвешиванием, а также изменения, внесенные во время сверки данных после взвешивания;
- журнал проведения операций взвешивания (например, время начала, время записи показаний, обнаружение неисправностей устройства и их устранение и т. д.);
- любое отклонение от утвержденной процедуры взвешивания;
- расчеты массы и положения ЦТ *СМЕ* по итогам взвешивания;
- привязку полученных значений ЦТ *СМЕ* к проектной системе координат;
- определение поправочного коэффициента взвешивания — массы и связанного с ней ЦТ, которые в сочетании с приведенными в актуализированном отчете о массе (вместе со сверкой данных после взвешивания) равны сверенной взвешенной массе;
- анализ и согласование данных (при необходимости);
- сертификат взвешивания (полностью подписанный).

Примечание — Фотографии операций взвешивания позволяют зафиксировать постоянные и временные элементы, присутствующие при взвешивании, и постоянные элементы, отсутствующие при взвешивании.

9.5.6 Сертификат взвешивания

Сертификат взвешивания должен включать:
- наименование проекта;
- время, дату и место проведения взвешивания;
- взвешенную массу и центр тяжести *СМЕ*;
- привязку взвешиваемой *СМЕ* к проектной системе координат;
- информацию об оборудовании для взвешивания и его поверке;
- расчетную массу и неопределенность взвешивания.

Нагрузка масс СМЕ должна выражаться в единицах физических величин, установленных требованиями ГОСТ 8.417.

Форма сертификата взвешивания *СМЕ* приведена разделе *К*.2.

Приложение *А*
(справочное)

Структура базы данных по массе

Все весовые элементы в базе данных по массе должны содержать поля для ввода данных, представленные в таблице *А*.1.

Таблица *А*.1 — Поля баз данных по массе

Наименование поля	Описание поля
Марка/шифр раздела проектирования (дисциплины)	Код, идентифицирующий раздел проектирования (дисциплину), ответственного за создание и обновление данных весового элемента.
Шифр специализации в рамках раздела проектирования	Код, идентифицирующий специализацию/систему, с которой связан весовой элемент
Шифр строительного блока/района	Код, идентифицирующий строительный блок/район, в которой находится весовой элемент
Номер документа в составе проектной или рабочей документации	Номер документа, по которому определена или рассчитана масса весового элемента
Порядковый номер изменения документа	Редакция документа, по которому определена или рассчитана масса весового элемента
Обозначение компонента весового элемента	Уникальные номера, используемые для идентификации отдельных компонентов в составе весовых элементов
Наименование компонента весового элемента	Наименование компонента весового элемента
Количество идентичных компонентов весового элемента	Целое число, используемое для обозначения количества идентичных компонентов в составе весового элемента
Количественный параметр компонентов весового элемента	Величина компонентов весового элемента (например, количество, длина, площадь, объем)
Единица измерения компонентов весового элемента	Единица измерения каждого компонента в составе весового элемента (например, шт., м, $м^2$, $м^3$)
Масса единицы компонента весового элемента	Масса единицы каждого компонента в составе весового элемента (например, кг/шт., кг/м, кг/$м^2$, кг/$м^3$)
Собственная масса весового элемента	Суммарная масса всех компонентов весового элемента, кг
Резерв по собственной массе весового элемента	Запас, применяемый для учета изменения массы весового элемента
Полная масса весового элемента	Масса весового элемента, определенная как сумма собственной массы весового элемента и резерва по собственной массе
Переменная масса	Переменные массы (рабочие среды) весового элемента (если применимо)
Шифр точности массы	Код, указывающий на проектную зрелость массы весового элемента. Это может быть использовано для оценки резерва по собственной массе по мере разработки проекта. Код должен меняться по мере уменьшения резерва по собственной массе
Шифр массы в условиях нагружения	Код, идентифицирующий условие(я) нагружения при наличии весового элемента
ЦТ весового элемента	Координаты ЦТ весового элемента относительно общей системы координат *МНГС*

Окончание таблицы А.1

Наименование поля	Описание поля
ЦТ переменной массы	Координаты ЦТ переменной массы относительно общей системы координат *МНГС*
Шифр исполнителя	Код, идентифицирующий организацию, ответственную за разработку или актуализацию базы данных по массе для весового элемента
Дата	Дата внесения или изменения весового элемента в базе данных по массе
Примечание	Пояснения по весовому элементу (если применимо)

Приложение *В*
(справочное)

Рекомендации по контролю нагрузки масс железобетонных конструкций

В.1 Общие положения

Железобетонные *МНГС* часто должны находиться на плаву на этапах строительства или монтажа. Для успешного завершения строительства или монтажа необходимо корректно выполнять контроль нагрузки масс железобетонных *МНГС*.

Основной конструктив железобетонных *МНГС* построен/изготовлен из бетона, но содержит весовые элементы, изготовленные из стали и других материалов. Оценку массы небетонных частей конструкции следует проводить в соответствии с методами, применяемыми для ВС стальных *МНГС*.

Оценка массы и ЦТ для железобетонной части конструкции требует процедур, уникальных для природы железобетона. Фактический объем бетона и его плотность являются определяющими факторами для расчета общей массы и ЦТ конструкции.

В.2 Плотность бетона

На ранней стадии проектирования железобетонных конструкций необходимо провести испытания материалов для определения необходимых нормируемых показателей качества бетона, которые соответствуют техническим условиям проекта (например, прочности, долговечности, плотности) с учетом различных воздействий окружающей среды при строительстве и эксплуатации железобетонных *МНГС*.

Испытания бетона, применяемого для конструкций *МНГС*, для установления его класса по прочности, марок по водонепроницаемости, морозостойкости и по самонапряжению, а также по средней плотности следует проводить в соответствии с действующими стандартами. Эти стандарты также должны определять методы испытаний, используемые для измерения плотности бетонной смеси, плотности отвержденного бетона и плотности бетона, применяемого для замоноличивания стыков.

В результате работы по проектированию смеси и определению требуемых свойств бетона в проектной документации должны быть определены целевая плотность и допустимый диапазон средней плотности, кг/м^3, монолитного бетона для всей конструкции железобетонных *МНГС* или отдельных бетонных элементов.

В процессе строительства проверка плотности бетона позволит контролировать качество укладываемого бетона. Ориентировочная плотность монолитного отвержденного бетона может быть определена на основе плотности бетонной смеси. Это применимо только в том случае, если проведены испытания, позволившие определить взаимосвязь между плотностью бетонной смеси и плотностью в отвержденном состоянии.

Более точным методом измерения плотности бетона является анализ образцов бетона, вырезанных из отвержденного бетона. Плотность, рассчитанная по образцам бетона, будет основой для определения массы бетонной части конструкции, из которой взяты образцы. Количество требуемых образцов будет зависеть от расположения бетонного элемента и сложности получения образцов.

Если в процессе строительства плотность образцов бетона, вырезанных из отвержденного бетона, показывает приемлемую корреляцию с заданной целевой плотностью бетона, можно рассмотреть вопрос о сокращении требуемого количества образцов бетона.

Статистический анализ результатов плотности бетонных образцов должен быть выполнен для каждого бетонного элемента, изготовленного в соответствии с последовательностью строительства, а также для всей готовой конструкции железобетонных *МНГС*. Результирующую среднюю плотность и неопределенность (рассчитанную с использованием стандартной ошибки среднего значения с доверительным интервалом при доверительной вероятности 95 %) определяют и указывают в отчете о нагрузке масс для каждого бетонного элемента.

В.3 Объем бетона

На этапе разработки проектной документации конкретные объемы бетона определяют исходя из имеющейся информации (например, предварительные чертежи, неполная 3D-модель). По мере зрелости проекта требуемые объемы бетона пересматривают с учетом влияния проектных изменений. Расчетные объемы бетона могут быть обновлены, чтобы отразить выбранную последовательность строительства.

Неопределенность, связанная с расчетными объемами бетона, будет зависеть от методов, используемых при их расчете, при этом ручные расчеты имеют бóльшую неопределенность, чем данные из 3D-модели конструкции. Возможно, необходимость определять эту неопределенность отсутствует, так как проектные объемы бетона будут заменены фактическими объемами по мере продвижения строительства.

С момента начала строительства определяют точные объемы и геометрию готовых бетонных элементов. Неопределенность, связанная с этими данными, будет зависеть от применяемого метода — ручное измерение (обмер рулеткой по опалубке или готовой бетонной конструкции) будет иметь бóльшую неопределенность, чем использование оптического метода измерения для создания 3D-модели фактической геометрии.

Использование устройств завода по производству бетона (например, устройства взвешивания в системах для сыпучих материалов, устройства взвешивания на выходе из бетоносмесительного барабана) не считают под-

ходящим методом для определения массы или объема бетона, залитого в формах. Эти методы обычно используют на заводе по производству бетона только для контроля производительности.

Предполагается, что до тех пор, пока не будут определены фактические габариты бетонных элементов, ЦТ каждого бетонного элемента будет соответствовать геометрическому ЦТ самого элемента. Как только данные фактических габаритов станут доступными, в предполагаемый ЦТ могут быть внесены коррективы с учетом этих фактических данных.

В.4 Масса и ЦТ бетона

На этапе разработки проектной документации общая масса бетонной конструкции может быть определена с использованием общего расчетного объема и целевой плотности бетона. Если для разных бетонных элементов использован бетон различной плотности, масса каждого элемента должна быть определена с использованием целевой плотности для этого элемента. Объем постоянных отверстий и/или проемов в бетонном элементе следует вычитать из общего объема бетонных элементов.

По мере продвижения строительства и завершения изготовления бетонных элементов масса элементов будет уточняться на основе их фактического объема и измеренной плотности бетона. Масса незавершенных элементов будет определена с использованием расчетного объема и целевой плотности бетона.

До тех пор пока не будут доступны данные о фактическом объеме и геометрии, ЦТ бетонного элемента будет соответствовать геометрическому ЦТ этого элемента, с учетом бетона вытесненного армирующим материалом внутри элемента. После получения данных о фактическом объеме и геометрии ЦТ должен быть скорректирован с учетом различий между проектной и рабочей/исполнительной документацией.

Массу и ЦТ бетона, вытесненного армирующим материалом и вкладными элементами, следует учитывать при расчетах массы и ЦТ для элементов и всей конструкции. Общая масса и ЦТ готовой железобетонной конструкции *МНГС* должны быть равны суммарной массе и ЦТ всех бетонных элементов.

В.5 Арматура для железобетона

Другим существенным компонентом железобетонных конструкций является армирующий материал (арматура).

На этапе разработки проектной документации массу арматуры оценивают исходя из предполагаемой плотности арматуры на кубический метр бетона, определяемой как масса арматуры на кубический метр бетона.

Эта плотность будет варьироваться в зависимости от конструкционных нагрузок, приложенных к бетонному элементу, в который помещена арматура. К массе арматурного стержня следует добавить резерв (от 1 % до 2 %) на материал, необходимый для поддержки арматурного стержня в правильном положении во время заливки бетона (например, вязальная проволока, распорки, опоры). Для горизонтальных бетонных элементов требуется больше арматуры, чем для вертикальных бетонных элементов.

По мере зрелости проекта определяют конкретные размеры арматуры, ее длину, количество и расположение внутри каждого бетонного элемента. Количество определяют исходя из чертежей расположения арматуры или из 3D-модели. Затем массу арматуры рассчитывают для каждого бетонного элемента с применением норм удельной массы арматуры, кг/м, — массу, рассчитанную на основе предполагаемой плотности арматуры, заменяют только по мере завершения расчета арматуры для конкретного элемента.

На этапе строительства нормы удельной массы арматуры будут заменены удельной массой, определяемой путем взвешивания случайных образцов поставляемого армирующего материала от каждого поставщика, при этом определяют удельную массу для каждого диаметра арматурного стержня. Для каждого размера арматурного материала следует отобрать не менее 35 случайных образцов (длиной 1000 мм), чтобы обеспечить статистически приемлемый размер выборки. Предполагаемую удельную массу сквозных соединителей арматуры также следует проверять путем взвешивания случайных образцов.

Предполагается, что до тех пор, пока распределение арматуры (по габаритам и местоположению) не будет определено для каждого бетонного элемента, ЦТ всей арматуры внутри бетонного элемента будет соответствовать геометрическому ЦТ этого бетонного элемента. По мере проработки распределения арматуры в бетонном элементе ЦТ будет уточнен на основе габаритов арматуры и ее расположения.

Масса и ЦТ арматуры и крепежного материала следует учитывать при расчетах массы и ЦТ бетонных элементов и всей железобетонной конструкции *МНГС*.

В.6 Отчетность по массе

Составление отчета о нагрузке масс для железобетонных *МНГС* должно следовать методологии, применяемой для отчета о нагрузке масс стальных *МНГС*. Типовой формат отчета о нагрузке масс представлен в таблице 1.

Отчет должен содержать сводные данные о нагрузке масс и ЦТ отдельных бетонных элементов и железобетонной *МНГС* в целом.

Информацию об изменениях плотности бетона необходимо включить в отчет, чтобы проиллюстрировать тенденции (по элементам и всей конструкции в целом) и разрешить возможную корректировку бетонной смеси для возврата средней плотности к требуемому значению.

Приложение *С*
(справочное)

Переменные массы

С.1 Примеры переменных масс и уровней заполнения

В таблице *С*.1 приведены примеры переменных масс и уровней заполнения, включая перемещаемые элементы. Нижеприведенная таблица содержит перечень переменных масс, соответствующих условию нагружения «эксплуатация на месторождении», которые в сумме дают максимальную общую переменную массу для *ВС* типового МНГС с буровой вышкой и персоналом на борту.

Таблица *С*.1 — Сводная таблица типовых переменных масс

Переменная масса (включая перемещаемые элементы)	Уровень заполнения (полное — при нормальной эксплуатации)
Бурение	
Масса подсвечника (для наиболее длинной скважины, включая компоновку низа бурильной колонны плюс 5 % отходы)	Полное заполнение
Масса трубного стеллажа (обсадные колонны диаметром 9 5/8 дюйма для наиболее длинной скважины плюс 5 % брака) с устройствами подачи труб на буровую площадку	Полное заполнение
Мостки трубного стеллажа	Полная длина
Контейнеры для шлама (обычно от 100 до 200 т)	Полное заполнение
Барабан талевого каната	Полный барабан
Инструменты для бурильных работ (обычно 10 т)	Полное заполнение
Резервуары для хранения порошкообразного цемента, бентонита и барита (полные и аэрированные)	Полное заполнение
Место для складирования	Полное заполнение
Буровой раствор в емкостях (используемые и резервные емкости, обычно от 1,6 до 2,0 т/м^3)	Полное заполнение
Вода для приготовления бурового раствора в емкостях для бурового раствора	Полное заполнение
Емкости жидкости для заканчивания скважин	Полное заполнение
Система очистки бурового шлама	Полное заполнение
Система обратной закачки бурового шлама	Полное заполнение
Буровой раствор в виброситах и системе очистки бурового раствора	Полное заполнение
Буровой раствор в дегазаторе отсутствует при полных емкостях бурового раствора	Отсутствует
Буровой раствор в емкости долива отсутствует при полных емкостях бурового раствора	Отсутствует
Каротажный подъемник и инструментальная кладовая	Полное заполнение
Колтюбинговая установка	Полный барабан
Контейнер — хранилище радиоактивных материалов и контейнер — хранилище взрывчатых материалов	Полное заполнение
Противовыбросовое оборудование на месте эксплуатации (нагрузка приходится на водоотделяющие колонны, опираемые на морское дно)	Отсутствует
Противовыбросовое оборудование на стендовой площадке (в составе буровой установки)	Полное заполнение

Продолжение таблицы С.1

Переменная масса (включая перемещаемые элементы)	Уровень заполнения (полное — при нормальной эксплуатации)
Складирование и хранение	
Площадки складирования и хранения (все площадки заполнены контейнерами в один ярус)	Полное заполнение
Строительные леса (при хранении и применении)	Полное заполнение
Площадки (помещения) для хранения запасных частей	Полное заполнение
Площадки для транспортировочных емкостей и контейнеров	Полное заполнение
Рабочие среды	
Дизельное топливо в цистернах запаса и расходных цистернах	Полное заполнение
Питьевая вода в цистернах запаса	Полное заполнение
Жидкости в технологическом оборудовании (например, технологические сепараторы, испытательный тестовый сепаратор и сепаратор-каплеотбойник)	Полное заполнение
Вода в охладителях и теплообменниках	Полное заполнение
Жидкости в дегазаторах	Полное заполнение
Вода в пожарных насосах	Полное заполнение
Химреагенты в блоке подачи химреагентов	Полное заполнение
Пленкообразующий пенообразователь в цистернах запаса	Полное заполнение
Метанол в системе подачи метанола	Полное заполнение
Жидкости в стационарных системах пожаротушения (например, спринклерные и дренчерные установки, установки орошения и другие типы одобренных к применению на *МНГС* систем)	Полное заполнение
Гидравлические жидкости в силовых агрегатах и аккумуляторах	Полное заполнение
Вода в системе забортной воды	Полное заполнение
Вода в водопожарной системе	Полное заполнение
Жидкости в технологических трубопроводах и запорной арматуре	Полное заполнение
Вода в системе питьевой воды	Полное заполнение
Вода в системе подготовки пластовой воды	Полное заполнение
Оборудование, включая компоненты, обеспечивающие функционирование оборудования (например, смазочные и гидравлические масла, фильтрующие элементы и т. д.)	Полное заполнение
Краны	
Оффшорные краны следует учитывать без груза, так как площадки складирования и хранения заполнены	Отсутствует
Жилой модуль	
Персонал и личные вещи (количество персонала × 0,2 т на человека), расположенные в одном или нескольких жилых модулях	Полное заполнение
Холодильники и кладовые на камбузе	Полное заполнение
Вертолет(ы) на вертолетной палубе	Полное заполнение

Окончание таблицы С.1

Переменная масса (включая перемещаемые элементы)	Уровень заполнения (полное — при нормальной эксплуатации)
Спасательные шлюпки без персонала (персонал в жилом модуле)	Отсутствует
Переменные статические нагрузки	
Переменные статические нагрузки на путях перемещения, площадках складирования и/или обслуживания не следует учитывать, так как данные нагрузки уже учтены (например, персонал на борту и багаж в жилых помещениях, контейнеры на площадках складирования и т. д.)	Отсутствует
Переходной мост	
Масса рабочих сред в трубопроводах, проложенных по переходному мосту. Массу порожнем моста обычно включают в переменную массу, так как мост рассматривают как отдельную *СМЕ*	Полное заполнение

С.2 Пример сочетаний буровых нагрузок

В таблице *С.2* показаны примеры сочетаний нагрузок при бурении.

Таблица *С.2* — Пример сочетаний нагрузок при бурении

Сочетание нагрузок при бурении A—D / Местоположение устройства	Бурение остановлено (шторм)	Ведется бурение (эксплуатация)	Прихват обсадной колонны (эксплуатация)	Прихват бурильной колонны (эксплуатация)
Бурильная колонна	На подсвечнике[b,f]	На подсвечнике[b]	На подсвечнике[b]	В скважине[c]
Обсадная колонна	Диаметром 9 5/8 дюйма на трубном стеллаже[d]	Диаметром 9 5/8 дюйма на трубном стеллаже[d]	В скважине[e]	Диаметром 9 5/8 дюйма на трубном стеллаже[d]
Буровая вышка	Над угловым слотом, наиболее удаленным от направления ветра и волны	Над угловым слотом, наиболее удаленным от направления ветра и волны	Над угловым слотом, наиболее удаленным от направления ветра и волны	Над угловым слотом, наиболее удаленным от направления ветра и волны
Нагрузка на крюке[a]	Нет	Нет	Грузоподъемность вышки[a]	Грузоподъемность вышки[a]

[a] Нагрузка на крюке для стандартной грузоподъемности буровой вышки составляет 454 т.

[b] Бурильная колонна хранится на подсвечнике (для наиболее длинной скважины, включая компоновку низа бурильной колонны плюс 5 % отходы).

[c] Бурильная колонна, вероятнее всего, находится в скважине, а не на подсвечнике.

[d] Масса обсадной колонны диаметром 9 5/8 дюйма (примерно 80 % наиболее длинной скважины) плюс 5 % брака. (Реалистичное распределение — это 50 % обсадной колонны плюс запасные и расходные контейнеры на стеллаже, а оставшаяся часть обсадной колонны висит на крюке.)

[e] Обсадная колонна, вероятнее всего, находится в скважине, а не на трубном стеллаже.

[f] Бурильная колонна на подсвечнике может быть спущена в скважину, чтобы уменьшить ветровую нагрузку во время сильного шторма.

Приложение *D*
(справочное)

Форма документирования контрольных масс
(на примере контрольных масс *ВС МНГС* «эксплуатация на месторождении»)

Условие нагружения: эксплуатация на месторождении												
Марка раздела проектирования (дисциплины)		Плановая масса и координаты ЦТ				Резервы, т			Предельная масса и координаты ЦТ			
		W	*X*	*Y*	*Z*	управления	планируемый	непланируемый	*W*	*X*	*Y*	*Z*
1	Вспомогательный блок/модуль											
2	Блок бурового раствора											
3	Буровой модуль											
4	Факельная стрела											
5	Жилые модули											
6	Технологические палубы 1 и 2											
7	Технологические палубы 3, 4, 5 и трубный стеллаж											
8	Устьевой модуль											
9	Обвязка оборудования и подключение к основным сетям											
	Итого											

Примечания

1 *W* — масса, т.

2 *X* — абсцисса, положительное направление к востоку от точки начала отсчета в общей системе координат МНГС, м.

3 *Y* — ордината, положительное направление к северу от точки начала отсчета в общей системе координат МНГС, м.

4 *Z* — аппликата, положительное направление вверх от точки начала отсчета в общей системе координат МНГС, м.

Приложение Е
(справочное)

Пример матрицы принятия решений RAPID

Пример матрицы принятия решений RAPID для контроля нагрузки масс представлен в таблице Е.1.

Таблица Е.1 — Пример матрицы RAPID

Этап	Описание	Основная подрядная организация				Организация собственника/оператора *МНГС*			
		DL	WM	SE	EM/PM	WM	SE	EM	PM
Решения на этапе концептуального проектирования	Установка ограничения верхней границы массы (см. 7.1)	I	A	I	R	A	A	D	—
	Установка значений массы на этапе концептуального проектирования и прогнозируемой массы	I	I	I	R	I	I	D	—
Решения на этапе разработки проектной документации	Применение результатов верификации массы на этапе разработки проектной документации	I	P	A	R	A	A	D	—
	Установка контрольных масс, включая положение ЦТ	—	I	I	R	I	I	D	—
Решения на этапах разработки проектной документации, разработки рабочей документации и строительства, принимаемые ежемесячно	Участие в ежемесячных совещаниях по контролю нагрузки масс	I	P	I	R	A	I	D	—
	Оценка актуальных значений прогнозируемой массы по сравнению с контрольными массами	—	P	I	P	P	P	P	—
	Применение результатов верификации массы на этапе разработки рабочей документации	I	P	A	R	A	A	D	—
Решения на этапе разработки проектной документации, рабочей документации и строительства, принимаемые ежемесячно (продолжение)	Утверждение/отклонение ежемесячных изменений в нагрузке масс, если прогнозируемые массы меньше плановой массы и ЦТ в пределах положения ЦТ	—	I	—	D	A	—	A	—
	Утверждение/отклонение ежемесячных изменений в нагрузке масс, если прогнозируемые массы меньше плановой массы в сумме с резервом управления, а ЦТ в пределах положения ЦТ	—	I	—	A	A	—	D	—
	Утверждение/отклонение ежемесячных изменений в нагрузке масс, если прогнозируемая масса больше плановой массы в сумме с резервом управления, а ЦТ в пределах положения ЦТ	—	I	—	A	A	—	A	D
	Утверждение/отклонение ежемесячных изменений в нагрузке масс, если прогнозируемая масса больше предельной массы, а ЦТ за пределами положения ЦТ	—	I	—	A	A	—	A	D

Окончание таблицы Е.1

Этап	Описание	Основная подрядная организация				Организация собственника/оператора *МНГС*			
		DL	WM	SE	EM/PM	WM	SE	EM	PM
Решения на этапе разработки проектной документации, рабочей документации и строительства, принимаемые ежемесячно (продолжение)	Запись и завершение процесса управления изменениями для решений, утвержденных процедурой управления изменениями. Внесение изменений в значения контрольных масс на основании решений, утвержденных процедурой управления изменениями	—	P	—	A	A	—	A	—
Решения в ходе *ПНР* и ввода *МНГС* в эксплуатацию	Сверка взвешенной массы по итогам взвешивания (сверенная взвешенная масса)	I	P	—	A	A		A	
	Окончание подготовки базы данных по массе и отчета о нагрузке масс	I	P	I	A	A	A	A	
Решения на этапе эксплуатации	Утверждение/отклонение изменений, если прогнозируемая масса меньше предельной массы, а ЦТ в пределах положения ЦТ	I	I	—	—	—	D	—	—
	Утверждение/отклонение изменений в нагрузке масс, если прогнозируемая масса больше предельной массы, а ЦТ за пределами положения ЦТ	I	I	—	—	—	D	—	—
Решения на этапе эксплуатации (продолжение)	Внесение изменений в базу данных по массе на основании решений, утвержденных процедурой управления изменениями	—	P	—	—	—	A	—	—

Примечания

1 R — рекомендовать: лицо(а), рекомендующее(ие) вариант.

2 A — согласовать: лицо(а), которое(ые) должно(ы) согласовать рекомендации.

3 P — выполнить: лицо(а), реализующее(ие) на практике решение.

4 I — предложить: лицо(а), участвующее(ие) в разработке рекомендаций.

5 D — решение: лицо, единолично принимающее решение.

6 DL — ведущий(ие) специалист(ы) по разделам проектирования (дисциплинам).

7 WM — специалист по контролю нагрузки масс.

8 SE — инженер-проектировщик.

9 EM — главный инженер.

10 PM — главный инженер проекта.

Приложение *F*
(справочное)

Системы координат

Положение и ориентацию всех систем координат, используемых для определения местоположения весовых элементов, определяют в начале проекта, их *согласовывают между заказчиком и проектантом* и предоставляют в отчетах о нагрузке масс.

Используют два вида систем координат:

- локальные системы координат, используемые для определения ЦТ частей *МНГС* (например, *ВС/ОЧ МНГС*, строительного блока, *СМЕ*);
- общая система координат, используемая для определения ЦТ *МНГС* в целом.

При использовании в проекте обеих систем координат в отчете о нагрузке масс *МНГС* координаты ЦТ каждой *СМЕ* должны быть указаны в общей системе координат (см. типовые системы координат, включая точку начала отсчета, в таблице *F*.1).

Систему координат ЦТ *МНГС* рекомендуется выбирать так, чтобы:

a) избежать ошибок из-за перемены местами направлений на восток (абсцисса), север (ордината) и вверх (аппликата). Это достигается за счет разницы расположения координационных осей в направлении север-юг с разницей, например 200 м, с координационными осями в направлении восток-запад;

b) избежать ошибок из-за знака «минус», задав все координаты ЦТ положительными значениями. Это достигается на стационарных сооружениях путем размещения начала системы координат (0,0) в юго-западном квадрате за пределами зоны расположения сооружения.

Таблица *F*.1 — Типовая точка начала отсчета системы координат

Тип *МНГС*	Абсцисса *X*	Ордината *Y*	Аппликата/ высотная отметка *Z*
ВС стационарных *МНГС* (см. примеры на рисунках *F*.1 и *F*.2)	Положительное направление на восток от точки начала отсчета в общей системе координат [см. перечисления a) и b)]	Положительное направление на север от точки начала отсчета в общей системе координат [см. перечисления a) и b)]	Положительное направление вверх от точки начала отсчета в общей системе координат (обычно от СУМ) [см. перечисления a) и b)]
FPSO понтонного типа	Начало отсчета от кормового транца, положительное направление в нос	Начало отсчета от *ДП*, положительное направление на *ПрБ*	Начало отсчета от ОП или от плоскости, проходящей через килевую линию перпендикулярно ДП, положительное направление вверх
FPSO судового типа	Начало отсчета от кормового перпендикуляра, положительное направление в нос	Начало отсчета от *ДП*, положительное направление на *ПрБ*	Начало отсчета от плоскости, проходящей через килевую линию перпендикулярно *ДП*, положительное направление вверх
Полупогружные сооружения	В центре колонн, положительное направление на восток	В центре колонн положительное направление на север	Начало отсчета от *ОП* или от плоскости, проходящей через килевую линию перпендикулярно *ДП*, положительное направление вверх

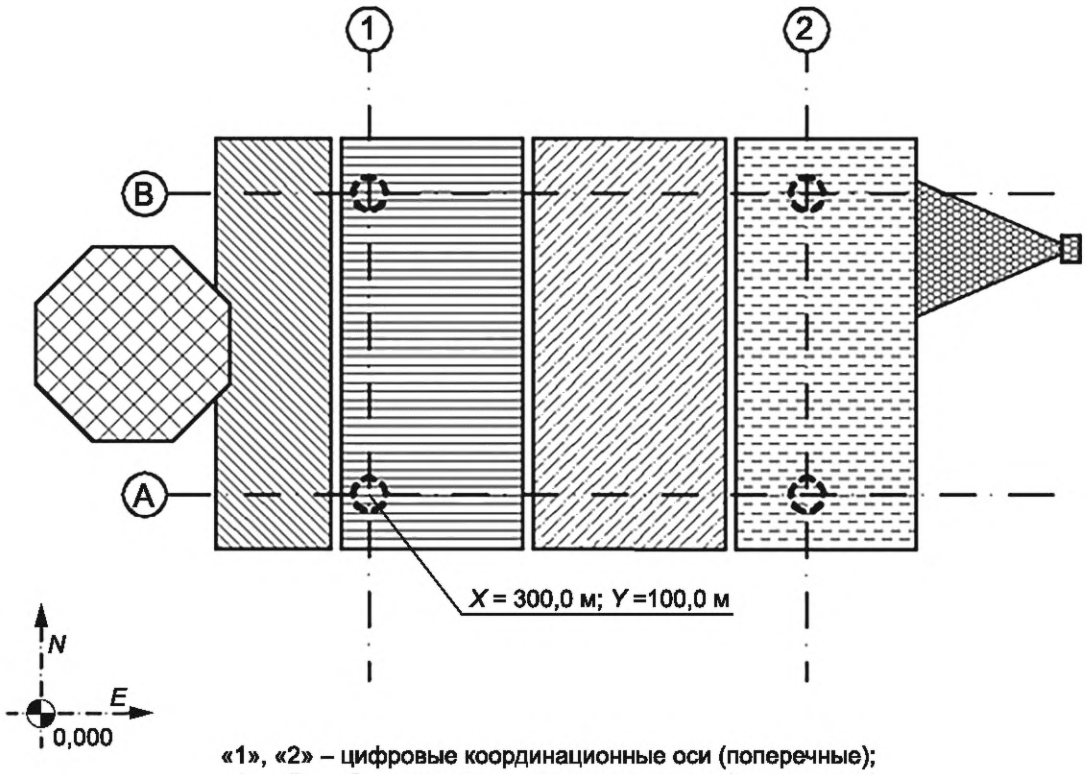
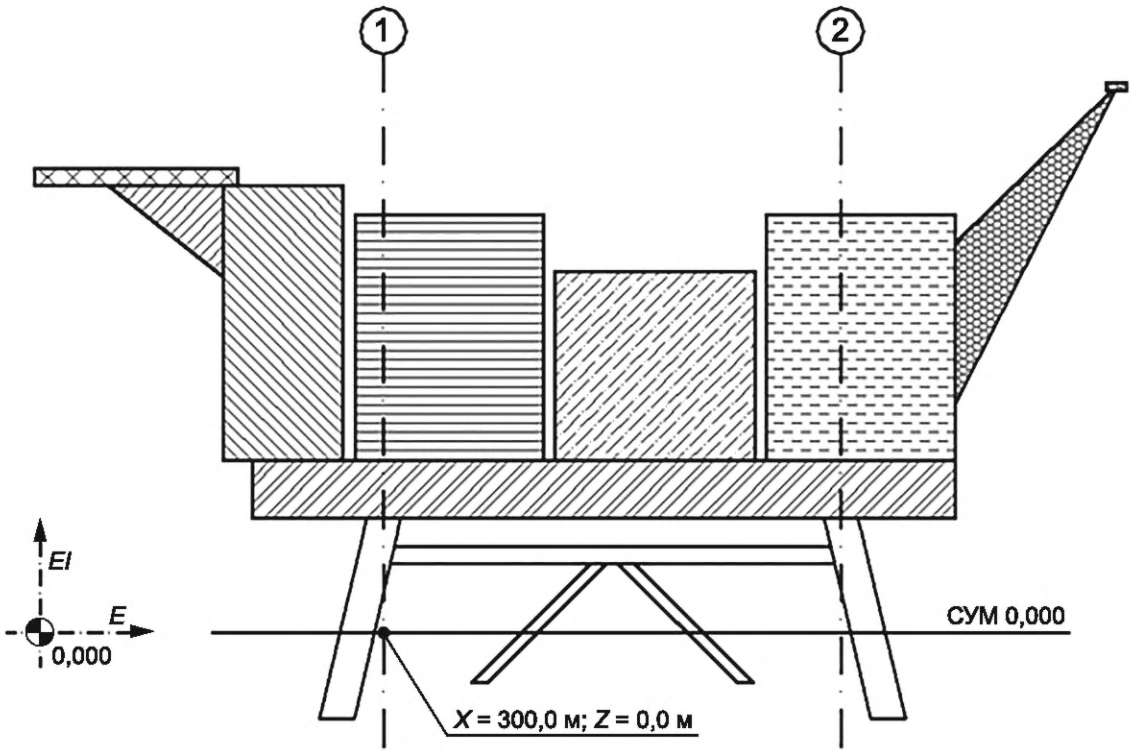


Рисунок *F*.1 — Пример горизонтальной проекции системы координат ЦТ *ВС МНГС*



0,000 – высотная отметка начала координат, СУМ;
«1», «2» – цифровые координационные оси (поперечные)

Рисунок *F*.2 — Пример вертикальной проекции системы координат ЦТ *ВС МНГС*

Приложение *G*
(справочное)

Комментарии

G.1 Комментарий к 7.1. Концептуальное проектирование

Пристальное внимание на этапе концептуального проектирования уделено выбору безопасной, экономически эффективной и конкурентоспособной концепции для перехода к этапу разработки проектной документации.

В рамках этапа концептуального проектирования обычно выделяют три стадии:

- определение концепций;
- отбор концепций;
- выбор концепции.

Первые две стадии концептуального проектирования подтверждают жизнеспособность проекта и составляют краткий список технически и экономически эффективных вариантов развития. На третьей стадии этот краткий список оценивают для выбора концепции, устойчивой к техническим и коммерческим рискам и неопределенностям. Независимый технический сравнительный анализ через определенные промежутки времени используют для проверки массы выбранной концепции.

На этапе концептуального проектирования для получения прогнозируемой массы порожнем используют объекты-аналоги и/или нормативы. Прогнозируемую эксплуатационную массу обычно рассчитывают с использованием соотношений эксплуатационной массы и массы порожнем объектов-аналогов со сходными типовыми характеристиками, примеры которых приведены в приложении J.

Надлежащий контроль нагрузки масс на этапе концептуального проектирования достигается за счет всестороннего понимания функции *МНГС*, применения объектов-аналогов и/или нормативов для оценки массы и основанных на опыте суждений (см. приложение *H*) для определения резервов по собственной массе, других резервов и надбавок.

G.1.1 Определение и отбор концепций

С учетом ненадлежащего уровня определения на этих стадиях типы концепций идентифицируют и проверяют с использованием доступных высокоуровневых методов, чтобы составить краткий список концепций. Нагрузку масс обычно взвешенно оценивают с использованием подходящих объектов-аналогов и/или нормативов, чтобы избежать недооценки вариантов. Хотя эти оценки массы являются ориентировочными, они достаточно достоверны для оценки стоимости и проверки возможности монтажа, транспортировки и других аспектов, связанных с реализацией проекта. Неопределенность массы, вероятно, будет присутствовать на этих стадиях, и ее можно учитывать, применяя надбавку неучтенных масс объекта-аналога при определении прогнозируемой массы. Ограничение верхней границы массы может быть использовано для начальных стратегий строительства и монтажа.

Осуществляют подбор соответствующих аналогов и оценивают факторы, влияющие на массу выбранной концепции. Эти факторы могут различаться в зависимости от концепции и включают в себя условия окружающей среды, метод монтажа, потребляемую мощность, газовый фактор, давление, глубину моря и т. д. Простое определение объекта-аналога без установления критических параметров сопряжено с риском завышения или недооценки прогнозируемой массы.

Увеличение количества объектов-аналогов для определения весовых коэффициентов может способствовать повышению уровня достоверности оценки нагрузки масс и гарантировать, что один или два уникальных объекта-аналога не создают систематической ошибки.

Понимание функционирования каждого из объектов-аналогов имеет особое значение. Например, для выбранного объекта-аналога с резервуаром, содержащим осушенный газ высокого давления, может быть снижена потребность в системах компримирования и сепарации по сравнению с новым *МНГС* с существенно другими характеристиками резервуара (например, газ низкого давления с более высоким содержанием влаги, который потребует большего сжатия и сепарации). В данном примере сооружение для добычи сухого газа высокого давления не может быть подходящим объектом-аналогом для нового *МНГС* с другими характеристиками резервуара. В качестве другого примера большинство аналогов FPSO являются сооружениями по подготовке нефти. Необходима осторожность при проведении оценки массы для сооружений, которые не являются нефтедобывающими или не находятся в пределах аналоговых диапазонов пропускной способности.

При определении прогнозируемой массы с использованием объектов-аналогов предпочтительно проводить интерполяцию между объектами-аналогами, а не применять количественные показатели и экстраполяцию. Если объекта-аналога не существует и используется экстраполяция, то необходимо оценить относительную неопределенность нагрузки масс.

Нагрузки масс, полученные на основе объектов-аналогов, могут быть дополнены базовыми инженерными данными (например, сводный перечень оборудования и компоновочные чертежи *МНГС* для проверки прогнозируемой массы *ВС* и/или *ОЧ МНГС* или *МНГС* в целом). Сводный перечень оборудования и нормативы площади и/или объема могут быть использованы для четкого понимания чувствительности к компоновочным решениям и функциональности. Для возможности сравнения вариантов концепции для отбора применяют полностью заполненный

сводный перечень оборудования с наилучшими оценками массы. Предположения, сделанные на этих стадиях, документируются и могут использоваться для отбора с технической и экономической точек зрения с целью составления краткого списка концепций. Согласованный краткий список подвергают сравнительному анализу для подтверждения прогнозируемой массы. Данный краткий список станет основой, на которой может быть построено уточненное техническое определение для повышения уровня достоверности нагрузки масс и перехода к выбору концепции.

G.1.2 Выбор концепции

Точность нагрузки масс на стадии выбора концепции повышается с определением сводного перечня оборудования, что позволяет оценить системные риски. Стандартный подход к выбору концепции заключается в использовании нормативов сводного перечня оборудования и нормативов площади и/или объема. На этой стадии можно оценить отдельные системы, чтобы определить уровень достоверности параметров выбора оборудования и обеспечить уточнение прогнозируемой массы на основе нормативов сводного перечня оборудования.

Неопределенность массы на этапе концептуального проектирования может быть учтена путем применения резервов по массе (т. е. резервов по массе сводного перечня оборудования, резервов по площади и/или объему в зависимости от обстоятельств) при определении прогнозируемой массы. Резерв по массе на этапе концептуального проектирования также применяют в качестве обеспечения резервов, используемых на этапах разработки проектной документации и рабочей документации (т. е. резерв управления, планируемый резерв и непланируемый резерв) при определении массы на этапе концептуального проектирования.

Прежде чем концепция может быть рекомендована для выбора, она проходит сравнительной анализ для подтверждения ее прогнозируемой массы.

Прогнозируемая масса для предпочтительной концепции формирует основу исходных данных для оценки затрат и плана реализации проекта, используемых при принятии решения о выборе концепции, а также пакета передаваемых документов, в котором формируют данные по нагрузке масс для перехода на этап разработки проектной документации.

G.2 Комментарий к 7.1.7. Методы оценки

При разработке прогнозируемой массы используют ряд методов оценки массы. Выбор того, какой метод и когда применять, зависит от того, на какой стадии этапа концептуального проектирования находится проект и от наличия подходящих объектов-аналогов и/или нормативов. Ключом к успешному применению этих методов является наличие достоверного сводного перечня оборудования, чертежей общего расположения и компоновочных чертежей *МНГС* для каждого варианта концепции.

Как правило, для установления прогнозируемой массы и определения конкретных атрибутов, которые могут привести к высокому уровню неопределенности в оценке, используют комбинацию методов оценки массы. Описание данных методов приведено в 7.1.7.2—7.1.7.4.

G.3 Комментарий к 7.1.7.2. Метод на основе объектов-аналогов

Подход, основанный на производительности, является распространенным методом, применяемым на начальной стадии этапа концептуального проектирования. В этом методе используются данные сравнительного анализа аналогичных *МНГС* для определения относительной разницы в массе из-за различий в подготовке и транспорте углеводородов и жидкостей между объектами-аналогами и проектируемым *МНГС*.

База данных объектов-аналогов, включая массу, производительность, а также факторы окружающей среды (например, гидрометеорологические условия, регион, характеристики пласта), необходима для установления взаимосвязи между объектами-аналогами и проектируемым *МНГС*.

Этот метод имеет более высокий уровень достоверности при наличии необходимых данных по объектам-аналогам. Диапазон уровня достоверности может быстро уменьшиться, если этот метод используют для экстраполяции оценок нагрузки масс за пределы существующих данных по объектам-аналогам, которые применяют для формирования базы данных сравнительного анализа. Необходимо внимательно оценивать исходные данные и их доступность, используемые для получения прогнозируемой массы. Изменчивость данных о производительности может привести к большей неопределенности в оценке нагрузки масс, когда такие факторы, как содержание H_2S и CO_2, приводят к необходимости в дополнительном оборудовании.

G.4 Комментарий к 7.1.7.3. Метод на основе нормативов сводного перечня оборудования

В методе на основе нормативов сводного перечня оборудования используют нормативы по объемным элементам, полученные из объектов-аналогов, которые применяют к массе сводного перечня оборудования для определения прогнозируемой массы рассматриваемой концепции. Нормативы сводного перечня оборудования, как правило, выражены в виде соотношения тонны на тонну, так как они представляют собой отношение массы объемных элементов к массе сводного перечня оборудования.

Нормативы сводного перечня оборудования могут быть применены ко всему *МНГС* или могут быть системными. Существенным преимуществом использования системного подхода является то, что резервы по собственной массе сводного перечня оборудования могут быть надлежаще распределены относительно весовых элементов сводного перечня оборудования для получения более точной прогнозируемой массы.

Для тех компонентов, которые выходят за рамки метода на основе нормативов сводного перечня оборудования (например, факельные установки, мосты, жилой модуль), разрабатывают отдельные нормативы параметров с использованием подходящих объектов-аналогов.

G.5 Комментарий к 7.1.7.4. Метод на основе нормативов площади и/или объема

Метод на основе нормативов площади и/или объема включает нормативы оборудования и объемных элементов, полученные из объектов-аналогов применительно к компоновке *МНГС* для определения прогнозируемой массы для рассматриваемой концепции. Нормативы площади обычно выражаются в единицах т/м^2 и применяются к площади компоновок *МНГС*. Нормативы объема обычно выражаются в единицах т/м^3 и применяются к объему компоновок *МНГС* (т. е. площадь компоновок умножается на высоту). Нормативы площади и/или объема, как правило, составляют для каждого раздела проектирования (дисциплины).

Нормативы площади и/или объема могут быть применены ко всему *МНГС* или могут быть системными. Существенным преимуществом использования системного подхода является то, что нормативы площади и/или объема применяют в отношении определенных зон *МНГС* (например, зона технологического оборудования, зона бурового оборудования и т. д.), что может привести к более точному определению прогнозируемой массы.

Для тех компонентов, которые выходят за рамки метода на основе нормативов площади и/или объема (например, факельные установки, мосты, жилые модули), разрабатывают отдельные нормативы параметров с использованием подходящих объектов-аналогов.

G.6 Комментарий к 7.2.1. Общие положения

Надбавка неучтенных масс — это составляющая прогнозируемой массы, которая обычно используется на этапах разработки проектной документации, рабочей документации и строительства. Надбавка неучтенных масс учитывает массу весовых элементов в составе разделов проектирования (дисциплин), массы которых не могут быть определены на основе выборки по собственной массе (например, весовые элементы, которые не спроектированы или смоделированы в САПР из-за недостаточности проектных данных).

Надбавку неучтенных масс для весовых элементов оценивают применительно к разделам проектирования (дисциплинам). Контрольные ведомости разделов проектирования (дисциплин) используют, чтобы избежать пропусков или дублирования весовых элементов, — это непрерывный процесс контроля нагрузки масс, выполняемый на этапах разработки проектной документации, рабочей документации и строительства. По мере развития проекта и при формировании более детальной выборки по собственной массе надбавку неучтенных масс, применяемую к разделам проектирования (дисциплинам), заменяют выборкой по полной массе.

Процесс изменения надбавки неучтенных масс на разных этапах жизненного цикла проекта представлен на примере определения массы второстепенных металлоконструкций с фиксацией результатов на следующих стадиях:

- в конце этапа разработки проектной документации;
- в начале этапа разработки рабочей документации;
- в конце этапа разработки рабочей документации.

В конце этапа разработки проектной документации данные на основе 3D-модели САПР позволяют в рамках раздела проектирования «Металлоконструкции» определить массу второстепенных металлоконструкций выборкой по полной массе в размере 650 т (суммарно 565 т выборки по собственной массе и 85 т резерва по собственной массе). Для наиболее точной оценки массы второстепенных металлоконструкций надбавку неучтенных масс принимают в размере 850 т для учета весовых элементов, которые не спроектированы или смоделированы на данной стадии.

В начале этапа разработки рабочей документации второстепенные металлоконструкции смоделированы в САПР более подробно, и выборку по полной массе принимают в размере 1085 т. Для наиболее точной оценки массы второстепенных металлоконструкций надбавку неучтенных масс принимают в размере 410 т для учета весовых элементов, которые не спроектированы или смоделированы на данной стадии.

В конце этапа разработки рабочей документации моделирование второстепенных металлоконструкций в САПР почти завершено, и выборку по полной массе оценивают в 1420 т. Для наиболее точной оценки массы второстепенных металлоконструкций надбавку неучтенных масс принимают в размере 55 т для учета весовых элементов, которые не спроектированы или смоделированы на данной стадии.

Пример изменения надбавки неучтенных масс при определении массы второстепенных металлоконструкций представлен в таблице *G*.1.

Таблица *G*.1 — Пример изменения надбавки неучтенных масс для второстепенных металлоконструкций

В тоннах

Стадия проектирования	Выборка по полной массе второстепенных металлоконструкций	Надбавка неучтенных масс второстепенных металлоконструкций	Прогнозируемая масса второстепенных металлоконструкций
Выборка по массе в конце этапа разработки проектной документации	650	850	1500
Выборка по массе в начале этапа разработки рабочей документации	1085	410	1495
Выборка по массе в конце этапа разработки рабочей документации	1420	55	1475

***G*.7 Комментарий к 7.6.4. Предыдущая версия базы данных по массе**

Ошибки в нагрузке масс или координатах ЦТ *МНГС* могут привести к неопределенностям в отношении общей прочности и устойчивости, а также к недооценке внутренних сил и моментов в несущих конструкциях *ВС* и *ОЧ МНГС*.

Так как эксплуатационная масса ВС состоит из суммы массы порожнем на точке эксплуатации и переменных масс, а переменные массы могут составлять значительную часть прогнозируемой массы, то масса порожнем и переменные массы, включая соответствующие ЦТ, проверяют и корректируют (при необходимости).

Ошибки и неопределенности в нагрузке масс могут возникнуть ввиду наличия следующих факторов:

- данные о нагрузке масс обобщены, что привело к отсутствию детализации, или утеряны, особенно при смене собственника *МНГС*;
- реконструкции и/или технические перевооружения на *МНГС* не учтены в базе данных по массе;
- материалы, принимаемые и/или отгружаемые во время нормальной эксплуатации *МНГС*, не учтены в базе данных по массе;
- площадки (помещения) для складирования и хранения заполнены одновременно, но это не отражается в базе данных по массе;
- в базе данных по массе отсутствуют используемые или хранящиеся на *МНГС* строительные леса.

Приложение *Н*
(справочное)

Компетенции в области контроля нагрузки масс

Компетенции в области контроля нагрузки масс основаны на сочетании квалификации, опыта, знаний и навыков.

Ключевыми навыками на ранних этапах (концептуальное проектирование и разработка проектной документации) являются понимание функций *МНГС* в соответствии с назначением *МНГС* в сочетании с основанными на опыте суждениями, необходимыми для определения и применения резервов по массе.

Ключевыми навыками на более поздних этапах (разработка рабочей документации и строительство) являются междисциплинарный опыт в управлении массой и организационные навыки для управления базами данных по нагрузке масс.

Ключевые навыки должны включать:

- опыт оценки массы на этапах концептуального проектирования и разработки проектной документации;
- знание процедур контроля нагрузки масс на этапах разработки рабочей документации и строительства;
- знание касательно мультидисциплинарной нагрузки масс (по разделам проектирования);
- знания об выгрузке/загрузке данных САПР и опыт создания отчетов;
- знание положений по складированию и хранению;
- знание положений о взвешивании оборудования и *СМЕ*.

Приложение J
(справочное)

Надбавки и резервы по массе

J.1 Надбавки и резервы

J.1.1 Общие положения

В отсутствие баз данных подрядчиков относительно надбавок/резервов по массе (т. е. надбавки на неопределенность и резервов по собственной массе) в этом приложении представлены рекомендации по резервам по массе для оценок массы на основе нормативов и на основе выборки по собственной массе, опросных листов/спецификаций.

J.1.2 Надбавка на неопределенность для оценок массы на основе нормативов и/или объектов-аналогов

Надбавка на неопределенность для оценок массы, основанных на нормативах и/или объектах-аналогах, обычно составляет 15 % на этапе концептуального проектирования, но может быть меньше или больше в зависимости от полноты соответствия проектируемого *МНГС* с выбранным объектом-аналогом или от новизны концепции. Методы оценок массы, основанных на нормативах и/или объектах-аналогах, представлены в 7.1.7.

J.1.3 Резервы по собственной массе для оценок массы на основе выборки по собственной массе/опросных листов

Примеры резервов по собственной массе для оценок массы на основе выборки по собственной массе/опросных листов/спецификаций на этапах разработки проектной документации, рабочей документации и строительства приведены в таблице J.1.

Таблица J.1 — Примеры значений надбавок и резервов по собственной массе

В процентах

Оборудование	Изменение конструкции/проекта	Начальная масса от поставщиков	Окончательная масса от поставщиков	Масса по итогам взвешивания
Неопределенность массы весового элемента	5—7	2—5	2	0
Разработка проекта	2	0	0	0
Изготовление	5	2	2	0—2
Общий резерв по собственной массе	12—14	4—7	4	0—2

Объемный элемент	Предварительная выборка по собственной массе	Промежуточная выборка по собственной массе	Окончательная выборка по собственной массе	Масса по итогам взвешивания
Неопределенность массы весового элемента	5—7	2—5	2	0
Разработка проекта	2	2	0	0
Строительство	5	2—5	2—5	0—2
Общий резерв по собственной массе	12—14	6—12	4—7	0—2

Окончание таблицы J.1

В процентах

Конструкция	Предварительная выборка по собственной массе	Промежуточная выборка по собственной массе	Окончательная выборка по собственной массе	Масса по итогам взвешивания
Специальные и основные				
Неопределенность массы весового элемента	3	2	0	0
Разработка проекта	2	0	0	0
Строительство	5	2—5	2—5	0—2
Общий резерв по собственной массе	10	4—7	2—5	0—2
Второстепенные				
Неопределенность массы весового элемента	5	2	0	0
Разработка проекта	5	3	0	0
Строительство	5	5	2—5	0—2
Общий резерв по собственной массе	15	10	2—5	0—2

Резервы по собственной массе обычно применяют к соответствующим объемным элементам, включая конструктивные, в рамках выборки по собственной массе или к оценкам массы, предоставленным поставщиками оборудования. Величина резерва состоит:

- из неопределенности массы весового элемента — надбавки на неопределенность в оценках массы, выборки по собственной массе и данных поставщиков на этапах разработки рабочей документации и строительства. Это зависит от качества имеющихся данных, а не от этапа проекта;
- разработки проекта — резерва для учета изменения массы в процессе проектирования. Это зависит от качества имеющихся данных, а не от этапа проекта;
- строительства — резерва для учета изменений при строительстве в связи с заменой материалов, принятых в проекте, материалов, используемых на производственной площадке, и с корректировками рабочей документации на основании запросов об изменениях с мест производства работ.

Если резервы по собственной массе указывают в виде диапазона (например, от 10 % до 15 %), используемое значение зависит от неопределенности данных о нагрузке масс и от неопределенности итоговой массы в нагрузке масс, полученной в предыдущих проектах.

Величина резерва зависит от неопределенности данных о нагрузке масс в конкретный момент времени. Вехи (например, рассмотрение 3D-модели САПР при 30 %, 60 % и 90 % готовности) могут быть использованы в качестве показателей уровня прогресса, которые определяют, когда может произойти снижение величины резерва по собственной массе.

J.2 Примеры резервов

На этапах разработки проектной документации, рабочей документации и строительства обычно используют следующие резервы:

- резерв управления: от 5 % до 10 % прогнозируемой массы для соответствующих условий нагружения и в зависимости от рисков и возможностей проекта;
- планируемый резерв: зависит от проекта;
- непланируемый резерв: 5 % прогнозируемой массы для условий нагружения в процессе эксплуатации.

Резерв по массе на этапе концептуального проектирования проекта состоит из резерва управления, планируемого резерва и непланируемого резерва.

J.3 Отношение эксплуатационной массы к массе порожнем

Переменная масса на этапе концептуального проектирования и в начале этапа разработки проектной документации обычно недостаточно определена. В этом случае эксплуатационная масса обычно основана на соотношениях эксплуатационной массы и массы порожнем проектов-аналогов. Примеры значений соотношений эксплуатационной массы и массы порожнем представлены в таблице J.2.

Таблица J.2 — Пример соотношений эксплуатационной массы и массы порожнем

Функции *МНГС* в соответствии с назначением	Масса порожнем верхнего строения на точке эксплуатации, т	Соотношение эксплуатационной массы и массы порожнем
Без бурения/без обслуживающего персонала	1000	1,17—1,20
Бурение одной буровой установкой/ с обслуживающим персоналом	10 000	1,35—1,38
Бурение одной буровой установкой/ с обслуживающим персоналом	15 000	1,30—1,33
Бурение одной буровой установкой/ с обслуживающим персоналом	30 000	1,22—1,25

Приложение *К*
(справочное)

Формы сертификатов взвешивания

К.1 Форма сертификата взвешивания оборудования и объемных элементов

<table>
<tr><td colspan="5">Сертификат взвешивания оборудования и объемных элементов

Страница 1 из 2</td></tr>
<tr><td colspan="2">Проект:</td><td colspan="3">Заказчик:</td></tr>
<tr><td colspan="2">Инвентарный номер:</td><td colspan="3">Номер тендерного пакета:</td></tr>
<tr><td colspan="5">Описание:</td></tr>
<tr><td colspan="5">Номер заказа на поставку:</td></tr>
<tr><td colspan="5">Поставщик:</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Взвешенные компоненты
или прочие элементы</td><td rowspan="2">Дата</td><td colspan="3">Масса порожнем, ед. изм.</td></tr>
<tr><td>Расчетная масса
(заказ на поставку)</td><td colspan="2">Измеренное значение</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td colspan="2">Общая масса порожнем оборудования или объемного элемента/инвентарный номер:</td><td></td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td colspan="2">Оборудование для взвешивания</td><td colspan="3" rowspan="3">Примечание — Центр тяжести указывается на втором листе.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Марка:</td></tr>
<tr><td colspan="2">Тип:</td></tr>
<tr><td colspan="2">Диапазон:</td><td>Утверждено:</td><td>Дата:</td><td>Подпись:</td></tr>
<tr><td colspan="2">Серийный номер:</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">Дата поверки:</td><td>Поставщик:</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">Организация, выполняющая поверку:</td><td>Покупатель:</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="5">Номер документа:</td></tr>
</table>

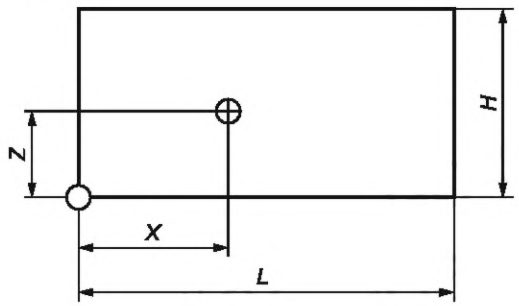
Сертификат взвешивания оборудования и объемных элементов (центр тяжести)

Страница 2 из 2

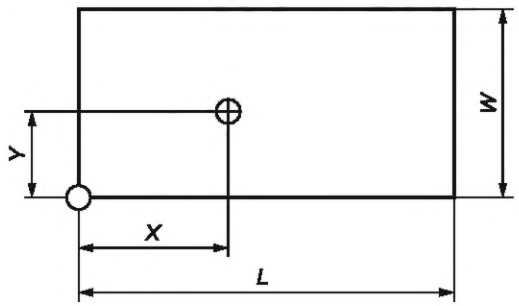
Проект:	Заказчик:
Инвентарный номер:	Номер тендерного пакета:
Описание:	
Номер заказа на поставку:	
Поставщик:	

Взвешенные компоненты или прочие элементы	Дата	Масса порожнем, измеренное значение, ед. изм.	ЦТ, ед. изм.		
			X	*Y*	*Z*
Общая масса порожнем оборудования или объемного элемента, включая постоянные элементы, отсутствующие при взвешивании, и исключая временные элементы, используемые при взвешивании:					

Вид сбоку



Вид сверху



Габаритные размеры, мм:

L = *W* = *H* =

ЦТ массы порожнем оборудования или объемного элемента, ед. изм.:

X =

Y =

Z =

Масса рабочих сред при нормальной эксплуатации:

_____ ед. изм.

Эксплуатационная масса (масса порожнем + масса рабочих сред), ед. изм.:

_____ ед. изм.

ЦТ эксплуатационной массы, ед. изм.:

X =

Y =

Z =

○ — локальное начало отсчета;

⊕ — локальный ЦТ оборудования или объемного элемента.

Примечание — Данный лист должен заполняться в случае необходимости измерения ЦТ. Схема должна содержать габаритные размеры, основные конструктивные особенности, сведения о пространственном положении оборудования или объемного элемента. На видах сверху и сбоку необходимо указать начало отсчета системы координат. ЦТ оборудования или объемного элемента должен указываться относительно начала отсчета системы координат.

К.2 Пример сертификата взвешивания сборочно-монтажной единицы

Сертификат взвешивания сборочно-монтажных единиц **Страница 1 из 2**	
Проект:	Заказчик:
СМЕ/строительный район:	Место взвешивания:
Скорость и направление ветра:	Температура, ˚С:
Время начала/окончания взвешивания:	Дата взвешивания:

Номер динамометра	**Показание динамометра во время взвешивания, ед. изм.**				
	1	2	3	4 (если необходимо)	Среднее
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
...					

	Результаты взвешивания			
	Масса, ед. изм.	*X*, ед. изм.	*Y*, ед. изм.	*Z*, ед. изм.
Прогноз				
1				
2				
3				
4 (если необходимо)				
Среднее				

Сертификат взвешивания сборочно-монтажных единиц **Страница 2 из 2**	
Проект:	Заказчик:
СМЕ/строительный район:	Место взвешивания:

Номер динамометра	**Серийный номер динамометра и его координаты во время взвешивания**						
	1	2	3	4 (если необходимо)	*X*, ед. изм.	*Y*, ед. изм.	*Z*, ед. изм.
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
...							

Заверено:	Подпись:	Дата:
Подрядчик, выполняющий взвешивание:		
Генеральный подрядчик:		
Проект:		
Примечание — К сертификату должна прилагаться схема, содержащая информацию о положениях динамометров *и взвешиваемой СМЕ,* их привязке к общей системе координат и направлении ветра.		

Приложение *L*
(справочное)

Неопределенность результатов взвешивания

Системы многоточечного взвешивания используют для определения общей массы и ЦТ *CME* и оборудования, масса которых превышает или равна 10 т. Эти системы не подвергают поверке как комплексное устройство, т. е. все динамометры не поверяют одновременно как единую систему. Поверки выполняются для отдельных динамометров, которые будут использованы, а также для любых необходимых запасных динамометров.

Данные поверки для отдельных динамометров анализируют для определения общей неопределенности всей системы для каждого результата взвешивания. Неопределенность результатов взвешивания зависит от количества используемых динамометров и уровня неопределенности, связанного с каждым динамометром при приложенной нагрузке.

Методика расчета для определения неопределенности результатов многоточечной системы взвешивания основана на неопределенности отдельных динамометров при измеренных нагрузках δ_W, определяемой по формуле

$$\delta_W = \sqrt{(L_{C1} \cdot U_1)^2 + (L_{C2} \cdot U_2)^2 + \ldots (L_{Cn} \cdot U_n)^2}\,, \tag{L.1}$$

где L_{Cn} — измеренная нагрузка для датчика массы n;

U_n — неопределенность динамометра n при измеренной нагрузке L_{Cn}, определяемая по данным поверки.

Общую неопределенность результата взвешивания n A_n, %, определяют по формуле

$$A_n = \frac{\delta_W}{W_n} \cdot 100, \tag{L.2}$$

где n = 1, 2 или 3 — три принятых результата взвешивания.

На основании вышеприведенных уравнений и с использованием трех принятых результатов взвешивания *CME* или оборудования среднюю массу *CME* или оборудования M_W определяют по формуле

$$M_W = \frac{(W_1 \pm \delta_1) + (W_2 \pm \delta_2) + (W_3 \pm \delta_3)}{3}\,, \tag{L.3}$$

где W — общая масса *CME* или оборудования для результатов взвешивания 1, 2 или 3;

δ — общая неопределенность результата взвешивания 1, 2 или 3.

Результат по формуле (*L*.3) упрощают до средней массы и средней неопределенности по формуле

$$M_W = \frac{(W_1 + W_2 + W_3)}{3} \pm \frac{(\delta_1 + \delta_2 + \delta_3)}{3}. \tag{L.4}$$

Пример — Используя вышеприведенные формулы, по формуле (L.4) определяют общую неопределенность для взвешивания CME с использованием восьми динамометров.

В таблице *L*.1 представлены примеры показаний динамометров, записанных при операции взвешивания, для получения трех принятых результатов.

Таблица *L*.1 — Показания, полученные при операции взвешивания *CME*

Показания динамометра L_{Cn}, т			
Номер динамометра	Взвешивание № 1	Взвешивание № 2	Взвешивание № 3
1	217,2	218,9	214,1
2	219,3	217,1	212,9
3	201,3	205,2	197,2
4	202,2	205,1	196,0
5	214,1	207,2	207,8
6	206,3	208,1	205,2
7	205,7	204,8	215,4
8	202,6	201,7	211,6
Общая масса	1 669	1 668	1 660
	W_1	W_2	W_3

В таблице *L*.2 приведены примерные данные неопределенностей (на основе поверочной кривой для каждого динамометра) при показаниях, приведенных в таблице *L*.1 и полученных при операции взвешивания. Для упрощения в этом примере предполагается, что поверка динамометров выполнялась через равные промежутки (например, 50 т) всего диапазона динамометров грузоподъемностью 300 т.

Таблица *L*.2 — Значения неопределенности динамометров

Неопределенность динамометра $\pm U_n$			
Номер динамометра	Взвешивание № 1	Взвешивание № 2	Взвешивание № 3
1	0,0036	0,0035	0,0037
2	0,0039	0,0038	0,0036
3	0,0037	0,0038	0,0035
4	0,0033	0,0033	0,0031
5	0,0043	0,0040	0,0039
6	0,0037	0,0038	0,0037
7	0,0043	0,0043	0,0048
8	0,0037	0,0036	0,0040

В таблице *L*.3 приведены расчетные значения, определенные по формулам (*L*.1) и (*L*.2).

Таблица *L*.3 — Общая неопределенность на основе данных таблицы *L*.1 и таблицы *L*.2

Произведение $(L_{Cn} \cdot U_n)^2$			
Номер динамометра	Взвешивание № 1 A_1	Взвешивание № 2 A_2	Взвешивание № 3 A_3
1	0,61	0,59	0,63
2	0,73	0,68	0,59
3	0,55	0,61	0,48
4	0,45	0,46	0,37
5	0,85	0,69	0,66

Окончание таблицы L.3

Произведение $(L_{Cn} \cdot U_n)^2$			
Номер динамометра	Взвешивание № 1 A_1	Взвешивание № 2 A_2	Взвешивание № 3 A_3
6	0,58	0,63	0,58
7	0,78	0,78	1,07
8	0,56	0,53	0,72
$\Sigma(L_{Cn} \cdot U_n)^2$	5,1	4,9	5,1
$\sqrt{\delta_W}$	2,3	2,2	2,3

Из-за непостоянства показаний динамометров и индивидуальной погрешности динамометров значения δ_W незначительно различаются по трем результатам в диапазоне от ±2,2 до ±2,3 т.

Используя в формуле (*L*.4) значения, приведенные в таблицах *L*.1 и *L*.3, вычисляют общую массу, т, и связанную с ней неопределенность:

$$M_W = \frac{(1669 + 1668 + 1660)}{3} \pm \frac{(2{,}3 + 2{,}2 + 2{,}3)}{3} = 1666 \pm 2{,}3.$$

Приложение ДА
(справочное)

Сопоставление структуры настоящего стандарта со структурой примененного в нем международного стандарта

Таблица ДА.1

Структура настоящего стандарта				Структура международного стандарта ISO 19901-5:2021			
Разделы	Подразделы	Пункты	Подпункты	Разделы	Подразделы	Пункты	Подпункты
5	5.1	—	—	5	5.1	—	—
	5.2	—	—		5.2	—	—
	5.3	5.3.1	—		5.3	5.3.1	—
		5.3.2	—			5.3.2	—
		5.3.3	—			5.3.3	—
	5.4, рисунок 1	—	—		5.4, рисунок 1	—	—
	5.5	5.5.1	—		5.5	5.5.1	—
		5.5.2	5.5.2.1			5.5.2	—
			5.5.2.2				—
			5.5.2.3				—
			5.5.2.4				—
			5.5.2.5				—
			5.5.2.6				—
			5.5.2.7				—
			5.5.2.8				—
			5.5.2.9				—
6	6.1	—	—	6	6.1	—	—
	6.2	—	—		6.2	—	—
	6.3	6.3.1	—		6.3	6.3.1	—
		6.3.2	—			6.3.2	—
		6.3.3	—			6.3.3	—
	6.4	—	—		6.4	—	—
	6.5	—	—		6.5	—	—
7	7.1	7.1.1	—	7	7.1	7.1.1	—
		7.1.2	—			7.1.2	—
		7.1.3	—			7.1.3	—
		7.1.4	—			7.1.4	—

Продолжение таблицы ДА.1

Структура настоящего стандарта				Структура международного стандарта ISO 19901-5:2021			
Разделы	Подразделы	Пункты	Подпункты	Разделы	Подразделы	Пункты	Подпункты
7	7.1	7.1.5	—	7	7.1	7.1.5	—
		7.1.6	7.1.6.1			7.1.6	7.1.6.1
			7.1.6.2				7.1.6.2
			7.1.6.3				7.1.6.3
			7.1.6.4				7.1.6.4
			7.1.6.5				7.1.6.5
		7.1.7	7.1.7.1, перечисления			7.1.7	7.1.7.1, таблица 1
			7.1.7.2				7.1.7.2
			7.1.7.3				7.1.7.3
			7.1.7.4				7.1.7.4
		7.1.8	—			7.1.8	—
	7.2	7.2.1	—		7.2	7.2.1	—
		7.2.2	—			7.2.2	—
		7.2.3	—			7.2.3	—
		7.2.4, таблица 1	—			7.2.4, 7.3.4	—
		7.2.5	—			7.2.5	—
	7.3	7.3.1	—		7.3	7.3.1	—
		7.3.2	—			7.3.2	—
		7.3.3	—			7.3.3	—
		7.3.4, 7.2.4	—			7.3.4, таблица 2	—
		7.3.5	—			7.3.5	—
	7.4	7.4.1	—		7.4	7.4.1	—
		7.4.2	—			7.4.2	—
		7.4.3	—			7.4.3	—
		7.4.4	—			7.4.4	—
	7.5	—	—		7.5	—	—
	7.6	7.6.1	—		7.6	7.6.1	—
		7.6.2	—			7.6.2	—
		7.6.3	—			7.6.3	—
		7.6.4	—			7.6.4	—
		7.6.5	—			7.6.5	—
		7.6.6	—			7.6.6	—

Продолжение таблицы ДА.1

Структура настоящего стандарта				Структура международного стандарта ISO 19901-5:2021			
Разделы	Подразделы	Пункты	Подпункты	Разделы	Подразделы	Пункты	Подпункты
8	8.1	—	—	8	8.1	—	—
	8.2	—	—		8.2	—	—
	8.3	8.3.1	—		8.3	8.3.1	—
		8.3.2	—			8.3.2	—
	8.4	—	—		8.4	—	—
	8.5	8.5.1	—		8.5	8.5.1	—
		8.5.2	—			8.5.2	—
		8.5.3	—			8.5.3	—
		8.5.4	—			8.5.4	—
		8.5.5	—			8.5.5	—
	8.6	—	—		8.6	—	—
	8.7	—	—		8.7	—	—
	8.8	—	—		8.8	—	—
	8.9	—	—		8.9	—	—
	8.10	—	—		8.10	—	—
	8.11	—	—		8.11	—	—
	8.12	—	—		8.12	—	—
9	9.1	—	—	9	9.1	—	—
	9.2	—	—		9.2	—	—
	9.3	9.3.1	—		9.3	9.3.1	—
		9.3.2	—			9.3.2	—
		9.3.3	—			9.3.3	—
		9.3.4	—			9.3.4	—
		9.3.5	—			9.3.5	—
		9.3.6	—			9.3.6	—
		9.3.7	—			9.3.7	—
		9.3.8	—			9.3.8	—
	9.4	9.4.1	—		9.4	9.4.1	—
		9.4.2	—			9.4.2	—
		9.4.3	—			9.4.3	—
		9.4.4	—			9.4.4	—

Окончание таблицы ДА.1

Структура настоящего стандарта				Структура международного стандарта ISO 19901-5:2021			
Разделы	Подразделы	Пункты	Подпункты	Разделы	Подразделы	Пункты	Подпункты
9	9.5	9.5.1	—	9	9.5	9.5.1	—
		9.5.2	—			9.5.2	—
		9.5.3	—			9.5.3	—
		9.5.4	—			9.5.4	—
		9.5.5	—			9.5.5	—
		9.5.6	—			9.5.6	—
Приложения			G	Приложения			A
			K				B
			D				C
			C				D
			E				E
			L				F
			A				G
			B				H
			F				I
			J				J
			H				K
			ДА				—
			ДБ				—
Примечание — Сопоставление структуры стандартов приведено начиная с раздела 5, т. к. разделы стандартов и их иные структурные элементы (за исключением предисловия) идентичны.							

Приложение ДБ
(справочное)

Сведения о соответствии ссылочных межгосударственных стандартов международным стандартам, использованным в качестве ссылочных в примененном международном стандарте

Таблица ДБ.1

Обозначение ссылочного межгосударственного стандарта	Степень соответствия	Обозначение и наименование ссылочного международного стандарта
ГОСТ ISO/IEC 17025—2019	IDT	ISO/IEC 17025:2017 «Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий»
ГОСТ 34100.3—2017	IDT	ISO/IEC Guide 98-3 «Неопределенность измерений. Часть 3. Руководство по выражению неопределенности измерений (GUM:1995)»
Примечание — В настоящей таблице использовано следующее условное обозначение степени соответствия стандартов: - IDT — идентичные стандарты.		

Библиография

[1] ОСТ 5Р.0216—2002 *Учет и контроль нагрузки масс при проектировании надводных кораблей и судов. Основные положения*

[2] ОСТ 5Р.0206—2002 *Нагрузка масс гражданских и вспомогательных судов. Классификация элементов нагрузки*

[3] ОСТ 5.0208—89 *Контроль массы при постройке надводных судов. Допуск на массу. Основные положения*

[4] ОСТ 5Р.0744—2004 *Нагрузка масс гражданских и вспомогательных судов. Программное и информационное обеспечение при назначении кодов элементов нагрузки*

УДК 622.242.4:006.354 ОКС 75.180.10

Ключевые слова: нефтяная и газовая промышленность, сооружения нефтегазопромысловые морские, контроль нагрузки масс, проектирование, строительство

Редактор *Л.С. Зимилова*
Технический редактор *В.Н. Прусакова*
Корректор *С.И. Фирсова*
Компьютерная верстка *Е.А. Кондрашовой*

Сдано в набор 25.09.2025. Подписано в печать 09.10.2025. Формат 60×84⅛. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 8,37. Уч.-изд. л. 7,53.

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

Создано в единичном исполнении в ФГБУ «Институт стандартизации»
для комплектования Федерального информационного фонда стандартов,
117418 Москва, Нахимовский пр-т, д. 31, к. 2.
gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru

gost.e-ecolog.ru