

**РЕГЛАМЕНТ ИНФОРМАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ И ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ИНФОРМАЦИОННЫХ МОДЕЛЕЙ**

**Требования к информационной модели инженерных изысканий**

**МОСКВА 2018**

**Реквизиты документа для машиночитаемой обработки**

|  |  |
| --- | --- |
| **Атрибуты документа** | **Значения атрибутов** |
| Наименование | Требования к цифровой модели местности |
| Автор(ы) | Челышков П.Д., Лысенко Д.А., Волков С.А., Лосев К.Ю. |
| Компания разработчик | Системотехника строительства, ОДАС «Сколково», ОДПС «Сколково» |
| Версия документа | 2018.11.29.01 |
| Статус | Обсуждение |

Оглавление

[1. Введение 4](#_Toc530553708)

[2. Областьприменения 4](#_Toc530553709)

[3. Нормативныессылки 5](#_Toc530553710)

[4. Терминыиопределения 8](#_Toc530553711)

[5. Общиеположения 13](#_Toc530553712)

[5.1. Основныепринципыинформационногомоделирования. 13](#_Toc530553713)

[5.2. Стратегическиепреимущества 14](#_Toc530553714)

[5.3. Основныепринципы 15](#_Toc530553715)

[5.4. Схемаанализаобъекта 16](#_Toc530553716)

[5.5. Управлениезнаниями 18](#_Toc530553717)

[5.6. Информационнаямодель 19](#_Toc530553718)

[5.7. Разделениеинформационноймоделинаподмодели 19](#_Toc530553719)

[5.8. Совместнаяработа 20](#_Toc530553720)

[6 Правилаименованияфайлов 20](#_Toc530553721)

[7. Цифроваямодельместности 25](#_Toc530553722)

[7.1. ТребованияксодержаниюданныхвсоставеЦММ 26](#_Toc530553723)

[7.2. Требованиякмоделямданных, типамобъектовЦММиправиламихцифровогоописания 27](#_Toc530553724)

[7.3. ТребованияккоординатнымданнымитопологическимотношениямобъектовЦММ 28](#_Toc530553725)

[7.4. ТребованиякматематическойикоординатнойосновеЦММ 28](#_Toc530553726)

[7.5. ТребованиякописаниюрезультатовоценкикачестваданныхвсоставеЦММ 29](#_Toc530553727)

[7.6. ТребованияксодержаниюипредставлениюсправочнойинформацииоЦММ 29](#_Toc530553728)

[7.7. ТребованияктехническомуипрограммномуобеспечениюЦММ 30](#_Toc530553729)

[7.8. Цифроваямодельрельефа (ЦМР) 31](#_Toc530553730)

[7.9. Цифроваямодельситуации (ЦМС) 31](#_Toc530553731)

[7.10. Цифроваямодельземлепользования (ЦМЗ) 32](#_Toc530553732)

[8. Требованиякрезультатамизысканий 32](#_Toc530553733)

[8.1. Общиетребования 32](#_Toc530553734)

[8.2. Требованиякрезультатаминженерно-гидрометеорологическихизысканий 32](#_Toc530553735)

[8.2.1. Цифроваямодельгидрометеорологическогостроения (ЦМГМ) 33](#_Toc530553736)

[8.3. Требованиякрезультатаминженерно-геологическимиизысканий 33](#_Toc530553737)

[8.3.1. Цифроваямодельгеологическогостроения (ЦМГ) 34](#_Toc530553738)

[8.4. Требованиякрезультатаминженерно-геодезическимиизысканий 35](#_Toc530553739)

[8.5. Требованиякрезультатаминженерно-экологическимиизысканий 35](#_Toc530553740)

[8.5.1. Цифроваямодельинженерно-экологическихизысканий (ЦМЭ) 36](#_Toc530553741)

[8.6. Требованиякрезультатамгеотехническихизысканий 36](#_Toc530553742)

[8.7. Требованияктопографо-геодезическимизысканиям 36](#_Toc530553743)

[9. Требованиякцифровоймоделиискусственныхсооружений 37](#_Toc530553744)

[10. Цифроваямодельинженерныхкоммуникаций (ЦМК) 37](#_Toc530553745)

[11. Требованиякединомукоординатномупространству 38](#_Toc530553746)

[12. Требованиякуровнямпроработки 38](#_Toc530553747)

[13. Требованияксоставуиформатамвыдачирезультатовпроекта 38](#_Toc530553748)

# 1. Введение

Настоящие требования к цифровой модели местности являются частью Регламента информационного моделирования и оценки качества информационных моделей (далее - Регламент) разработаны ООО «Системотехника строительства» по заказу ООО «ОДАС «Сколково».

Регламент разработан на основе российских, международных и европейских нормативных документов в области информационного моделирования зданий, системной инженерии и стандартов построения открытой интегрированной производственной инфраструктуры.

Настоящий Регламент устанавливает требования к информационным моделям и процессам управления информацией на жизненном цикле объектов строительства в рамках области применения настоящего Регламент (по п.2 настоящего Регламента).

# 2. Область применения

Настоящий Регламент может распространяться на строительство новых, эксплуатацию, реконструкцию и снос существующих зданий и сооружений (включая линейные объекты и объекты транспортной инфраструктуры), а также на благоустройство и инженерную подготовку территорий.

Настоящий Регламент устанавливает общие принципы использования технологии информационного моделирования здания (BIM) на всех этапах жизненного цикла объекта строительства. В соответствии с требованиями объекты описывается составляющими компонентами и взаимосвязями между ними, а также необходимой атрибутивной информацией. Общие принципы настоящего Регламента могут быть адаптированы под любой проект.

Настоящий Регламент устанавливает:

* требования к информационным моделям на всех стадиях жизненного цикла объекта строительства;
* правила оценки качества информационных моделей объектов строительства на всех этапах жизненного цикла;
* правила представления и обмена информационными моделями как между этапами жизненного цикла, так и в рамках одного этапа.

Область применения настоящего стандарта распространяется на:

* Информационную модель объекта строительства на этапе предпроектных разработок, эскизного проектирования и детализированного архитектурного проекта;
* Информационную модель здания, разрабатываемую на стадии Проект в соответствии с Постановлением Правительства РФ от 16.02.2008 № 87 (ред. от 12.11.2016, с изм. от 28.01.2017) "О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию";
* Информационную модель здания, разрабатываемую на стадии, Рабочая документация.

# 3. Нормативные ссылки

В настоящем Регламенте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты и нормативные документы, которые необходимо учитывать при использовании настоящего Регламента. В случае ссылок на документы, у которых указана дата утверждения, необходимо пользоваться только указанной редакцией. В случае, когда дата утверждения не приведена, следует пользоваться последней редакцией ссылочных документов, включая любые поправки и изменения к ним.

Постановление Правительства РФ от 16.02.2008 N 87 (ред. от 12.05.2017) "О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию"

ГОСТ 34.601-90 Автоматизированные системы. Стадии создания  
ГОСТ 34.602-89 Техническое задание на создание автоматизированной системы  
ГОСТ 34.201-89 Виды, комплектность и обозначение документов при  
создании автоматизированных систем (частичное использование)  
ГОСТ 24.104-85 Автоматизированные системы управления. Общие требования

ГОСТ 21.614-88 Система проектной документации для строительства. Изображения условные графические электрооборудования и проводок на планах

ГОСТ 21.704-2011 Система проектной документации для строительства. Правила выполнения рабочей документации наружных сетей водоснабжения и канализации

ГОСТ 28763-90 (МЭК 757-83) Код для обозначения цветов

ГОСТ 20886-85 Организация данных в системах обработки данных. Термины и определения

ГОСТ Р ИСО 704-2010 Терминологическая работа. Принципы и методы

ГОСТ Р 21.1001-2009 Система проектной документации для строительства. Общие положения  
ГОСТ Р 21.1101-2009 Система проектной документации для строительства. Основные требования к проектной и рабочей документации

ГОСТ Р 43.0.10-2017 Информационное обеспечение техники и операторской деятельности. Информационные объекты, объектно-ориентированное проектирование в создании технической информации

ГОСТ Р 57269-2016 Интегрированный подход к управлению информацией жизненного цикла антропогенных объектов и сред. Термины и определения;

ГОСТР 57309—2016 (ИСО 29481-1:2010) Руководящие принципы (указания) по библиотекам знаний и библиотекам объектов.

ГОСТ Р 57310-2016 Моделирование информационное в строительстве. Руководство по доставке информации. Методология и формат;

ГОСТ Р 57311-2016 Моделирование информационное в строительстве. Требования к эксплуатационной документации объектов завершенного строительства;

ГОСТ Р 57563-2017 Моделирование информационное в строительстве Основные положения по разработке стандартов информационного моделирования зданий и сооружений

ГОСТ Р 56645.5-2015 Системы дизайн-менеджмента. Термины и определения

ГОСТ Р 57295—2016 Системы дизайн-менеджмента. Руководство по дизайн—менеджменту в строительстве.

ГОСТ Р 51794-2008 Глобальные навигационные спутниковые системы. Системы координат. Методы преобразований координат определяемых точек

ГОСТ Р 51605-2000 Карты цифровые топографические. Общие требования

ГОСТ Р 51606-2000 Карты цифровые топографические. Система классификации и кодирования цифровой картографической информации. Общие требования

ГОСТ Р 51607-2000 Карты цифровые топографические. Правила цифрового описания топографической информации

ГОСТ Р 51608-2000 Карты цифровые топографические. Требования к качеству

ГОСТ Р 52155-2003 Географические информационные системы федеральные, региональные, муниципальные. Общие технические требования

ГОСТ 21.302-2013 Система проектной документации для строительства (СПДС). Условные графические обозначения в документации по инженерно-геологическим изысканиям;

ГОСТ 33100-2014 Дороги автомобильные общего пользования. Правила проектирования автомобильных дорог;

ГОСТ 32836-2014 Дороги автомобильные общего пользования. Изыскания автомобильных дорог. Общие требования.

ГОСТ Р 52440-2005 Модели местности цифровые. Общие требования

ГОСТ Р ИСО 12006—2—2017 Строительство. Модель организации данных о строительных работах. Часть 2. Основы классификации информации.

ГОСТ Р ИСО 12006—3—2017 Строительство. Модель организации данных о строительных работах. Часть 3. Основы обмена объектно—ориентированной информацией.

ГОСТ Р ИСО 22263-2017 Модель организации данных о строительных работах. Структура управления проектной информацией

СП 48.13330.2011 Организация строительства

СП 126.13330.2012 Геодезические работы в строительстве

СП 11-103-97 Инженерно-гидрометеорологические изыскания для строительства

СП 301.1325800.2017 Информационное моделирование в строительстве. Правила организации работ производственно—техническими отделами.  Ввод в действие: 02.03.2018 (29.08.2017)

Методические указания по прохождению государственной экспертизы проектной документации и (или) результатов инженерных изысканий в электронной форме

[BIM-СТАНДАРТ ОРГАНИЗАЦИИ для площадных объектов (Revit® и AutoCAD®Civil 3D®). Версия 2.0](https://knowledge.autodesk.com/ru/support/revit-products/learn-explore/caas/simplecontent/content/bim--D1-81-D1-82-D0-B0-D0-BD-D0-B4-D0-B0-D1-80-D1-82--D0-BE-D1-80-D0-B3-D0-B0-D0-BD-D0-B8-D0-B7-D0-B0-D1-86-D0-B8-D0-B8-v2.html)

[BIM-СТАНДАРТ. ПРОМЫШЛЕННЫЕ ОБЪЕКТЫ. Версия 1.0](https://knowledge.autodesk.com/ru/search-result/caas/simplecontent/content/bim--D1-81-D1-82-D0-B0-D0-BD-D0-B4-D0-B0-D1-80-D1-82--D0-BF-D1-80-D0-BE-D0-BC-D1-8B-D1-88-D0-BB-D0-B5-D0-BD-D0-BD-D1-8B-D0-B5--D0-BE-D0-B1-D1-8A-D0-B5-D0-BA-D1-82-D1-8B--D0-B2-D0-B5-D1-80-D1-81-D0-B8-D1-8F-10.html)

[BIM-СТАНДАРТ. ИНФРАСТРУКТУРА. Версия 2.0](https://knowledge.autodesk.com/ru/search-result/caas/simplecontent/content/bim--D1-81-D1-82-D0-B0-D0-BD-D0-B4-D0-B0-D1-80-D1-82--D0-B8-D0-BD-D1-84-D1-80-D0-B0-D1-81-D1-82-D1-80-D1-83-D0-BA-D1-82-D1-83-D1-80-D0-B0--D0-B2-D0-B5-D1-80-D1-81-D0-B8-D1-8F-20.html)

IEC 81346-1:2009 Industrial systems, installations and equipment and industrial products – Structuring principles and reference designations – Part 1: Basic rules (Промышленные системы, установки и оборудование и промышленные изделия. Принципы структурирования и ссылочные именования. Часть 1. Основные правила)

IEC 81346-2:2009 Industrial systems, installations and equipment and industrial products -- Structuring principles and reference designations -- Part 2: Classification of objects and codes for classes (Промышленные системы, установки и оборудование и промышленные изделия. Принципы структурирования и ссылочные именования.

Часть 2. Классификация объектов и коды классов)

ISO/FDIS 81346:2018 Industrial systems, installations and equipment and industrial products —Structuring principles and reference designations — Part 12: Construction works and building services (Промышленные системы, установки и оборудование и промышленные изделия. Принципы построения и ссылочные именования. Часть 12. Строительные работы и строительные услуги)

ISO 3166-1:2012 Codes for the representation of names of countries and their subdivisions — Part 1: Country codes

Level of Development Specification for Building Information Models. Version 2018

ISO/TS 12911:2012 Framework for building information modelling (BIM) guidance;

ISO 29481-1:2016 Building information models -- Information delivery manual – Part 1: Methodology and format;

ISO/DIS 19650-1 Organization of information about construction works – Information management using building information modelling – Part 1: Concepts and principles;

PAS 1192-2:2013 Specification for information management for the capital/delivery phase of construction projects using building information modelling;

NBIMS-US V3;

BS 1192:2007+A2:2016 Collaborative production of architectural, engineering and construction information. Code of practice;

Employer’s Information requirements. Core Content and Guidance Notes, Version 07 28.02.13, BIM Task Group;

The BIM Project Execution Planning Guide and Templates – Version 2.1, Penn State;

BIM Manual Civil Works and Infrastructure, MT Højgaard, December 2016

Building Component Catalogue with Level of Development Specification (LOD), MT Højgaard;

Common InfraBIM requirements YIV2015, buildingSMART Finland;

PAS 1192-5:2015 Specification for security-minded building information modelling, digital built environments and smart asset management;

# 4. Термины и определения

Терминологический словарь Регламента разработан в соответствии с требованиями ГОСТ Р ИСО 704-2010 Терминологическая работа. Принципы и методы. Общий перечень применяемых терминов и их определений содержится в Приложении 1 к Регламенту информационного моделирования и оценки качества информационной модели, ГОСТ 28441 и ГОСТ Р 52438.

В настоящем разделе приведены термины и сокращения, которые используются при формировании требований к информационной модели инженерных изысканий.

**СИ** – система измерений

**ГИС** – Географические информационные системы (геоинформационные системы) –это интегрированные информационные системы, предназначенные для решения различных задач науки и производства на основе использования пространственно-локализованных данных об объектах и явлениях природы, общества. ГИС состоит из аппаратного обеспечения, программ и пространственных данных.

**ТИС** - территориальная информационная система. Это геоинформационная система, интегрированная с направлениями общественно-экономической деятельности, в рамках заданной территории.

**ЦТК** – цифровая топографическая система

**Информационная модель инженерных изысканий (ИМИИ).** Совокупность результатов инженерных изысканий участка(-ов) строительства, представленных в цифровом виде, включающая:

* цифровую модель рельефа (ЦМР),
* цифровую модель ситуации (ЦМС), включая модель искусственных сооружений (ЦМИССО),
* цифровую модель землепользования (ЦМЗ),
* цифровую модель инженерных коммуникаций (ЦМК),
* цифровую модель геологического строения (ЦМГ),
* цифровую модель гидрометеорологического строения (ЦМГМ),
* цифровую модель инженерно-экологических изысканий (ЦМЭ).

**Водоохранная зона.** Территория, которая примыкает к береговой линии рек, ручьев, каналов, озер, водохранилищ, морей, и на которой устанавливается специальный режим осуществления хозяйственной и иной деятельности в целях предотвращения загрязнения, засорения, заиления водных объектов и истощения их вод, а также сохранения среды обитания водных биологических ресурсов и других объектов животного и растительного мира.

**Линейный объект.** Объект капитального строительства линейного типа, состоящий из основного линейного сооружения и сопутствующих сооружений (зданий), входящих в инфраструктуру линейного объекта.

**Многолетние характеристики гидрометеорологического режима.** Количественные характеристики (средние, наибольшие, наименьшие) или даты отдельных явлений гидрометеорологического режима, устанавливаемые по ряду наблюдений за многолетний период.

**Опасные гидрометеорологические процессы и явления.** Сели, лавины, наводнения, ураганы, смерчи, интенсивные русловые и пойменные деформации и иные подобные процессы и явления, оказывающие негативные или разрушительные воздействия на здания и сооружения.

**Прогноз руслового процесса. П**редположение об изменении морфологического строения русла и поймы в пространственном и временном интервалах, основанное на знании закономерностей развития руслового процесса и его элементов, количественно описывающее эти изменения в конкретных условиях данного водотока.

**Результаты инженерных изысканий.** Отчетная документация о выполнении инженерных изысканий, оформленная в виде технического отчета, состоящего из текстовой и графической частей, а также текстовых, графических, цифровых и иных приложений.

**Репрезентативность пунктов гидрометеорологических наблюдений**. Степень представительности того или иного пункта наблюдений в отношении изучаемого элемента гидрометеорологического режима, как с точки зрения соответствия данного места наблюдений предъявляемым требованиям, так и с точки зрения отражения условий, характерных для более или менее значительных территорий, участков водотоков или акваторий водоемов.

**Русло.** Наиболее пониженная часть долины, выработанная потоком по которой осуществляется сток воды в межпаводочный период и перемещение основной части донных наносов.

**Степень гидрометеорологической изученности.** Качественный показатель, характеризующий возможность использования материалов выполненных ранее наблюдений за характеристиками гидрологического режима водных объектов и климата территории для определения гидрологических и метеорологических характеристик в расчетном створе.

**Пользовательский элемент конструкции.** Нестандартный элемент конструкции AutoCAD®Civil 3D®, созданный в Autodesk Subassembly Composer или с помощью инструментов программирования. Параметры поведения этого элемента конструкции определяет пользователь, создавший элемент.

**Autodesk Subassembly Composer (SAC).** Дополнительный модуль AutoCAD Civil 3D, позволяющий создавать пользовательские элементы конструкции и тем самым существенно расширяющий функционал указанного программного обеспечения.

**Файлы PKT.** Файлы, создаваемые в AutodeskSubassemblyComposer (SAC) и содержащие в себе данные о пользовательских элементах конструкций. Файлы PKT импортируются в AutoCAD Civil 3D для получения пользовательских конструкций в модели AutoCAD Civil 3D.

**Блок-схема SAC.** Совокупность элементов SAC, расположенных в Flowchart или в Sequence, имеющих связи и определяющих поведение пользовательского элемента конструкции.

**Коды SAC.** Коды, задаваемые элементам блок-схемы, которые в AutoCAD Civil 3D фигурируют как коды точек, звеньев, фигур. Синтаксис записи кодов определяется кавычками (‘КОД’).

**Каркаская геометрическая модель.** Представляет геометрию объекта в трехмерном пространстве, описывая положение его контуров и граней.

**Поверхностная геометрическая модель.**Представляет геометрию объекта в трехмерном пространстве, описывая положение его ограничивающих поверхностей. Ограничивающие поверхности построены на основе граней объекта.

**Твердотельная геометрическаямодель.** Представляет геометрию объекта в трехмерном пространстве, сформированную в результате булевых операций над примитивными телами. Твердотельная модель обладает некоторой математической плотностью и массой.

**Твердотельные геометрические элементы AutoCAD®.** Твердотельные геометрические модели, полученные из различных программных комплексов.

**AutoCADCivil 3DObject Enabler.** Дополнительный модуль, позволяющий корректно открывать файлы и отображать объекты AutoCADCivil 3D в других программных продуктах Autodesk.

**Точка COGO.** Точечный объект AutoCAD Civil 3D, обладающий координатами X, Y и Z, а также дополнительными свойствами, такими как номер точки, имя точки, исходное (полевое) описание, полное (расширенное) описание.

**Поверхность TIN.** Объект AutoCADCivil 3D, представляющий поверхность нерегулярной триангуляционной сети существующего или проектного рельефа.

**Коридор.** Объект AutoCADCivil 3D, пространственное положение которого обычно определяется взаимосвязанными друг с другом трассами, продольными профилями и конструкциями.

**Трасса.** Объект AutoCADCivil 3D, представляющий горизонтальную проекцию (в плоскости XOY) линейного объекта.

**Профиль.** Объект, представляющий проекцию оси дороги на параллельную ей вертикальную поверхность существующей поверхности земли.

**Характерная линия.** Объект, представляющий геометрическую траекторию (линейный объект) или контур (площадной объект) с возможностью изменения планово-высотных параметров, таких как абсолютные отметки, горизонтальное положение вершин, уклон и т. д.

**Площадка.** Логическая группа, отвечающая за хранение характерных линий и способы их взаимодействия между собой. При расположении на одной площадке нескольких характерных линий, имеющих пересечения/примыкания друг к другу на плане (в плоскости XOY), данные объекты будут взаимодействовать между собой по направлению оси аппликат (Z). В противном случае (при расположении на разных площадках) объекты будут считаться наложенными друг на друга без возможности взаимодействия.

**LandXML.** Открытый стандартный формат представления данных о поверхности земли на основе схем XML, применяемый в строительстве и геодезических работах. LandXML предоставляет пользователю формат данных для долгосрочного хранения в архивах и представления проектов в электронном виде. Позволяет специалистам в области строительства обмениваться данными между различными приложениями на различных этапах проектирования и строительства.

CityGML. Открытый стандартный формат представления данных о 3D модели территории.

GeoSciML. Открытый стандартный формат представления данных о геологической структуре подземногопространства.

**IFC.** Формат и схема данных с открытой спецификацией. Является международным стандартом обмена данными в информационном моделировании в области гражданского строительства и эксплуатации объектов недвижимости.

**DWG.** Формат файла, используемый для хранения двумерных (2D) и трехмерных (3D) проектных данных и метаданных. Является основным форматом для системы автоматизированного проектирования AutoCAD.

**RVT.** Основной формат файла для хранения данных о проекте Revit®.

**DGN.** Основной формат для хранения данных о проекте Bentley System.

**NWC.** Формат файла Autodesk Navisworks®, через который осуществляется связь со сторонними форматами, такими как RVT, DWG, IFC и др. Формат NWC является ретранслятором информации из других форматов в усваиваемом для Navisworks виде.

**NWF.** Основной рабочий формат файла Navisworks, состоящий из ссылок на подгруженные файлы моделей по разделам, а также содержащий все точки обзора, анимации, симуляции строительства, проверки на коллизии и окружение информационной модели.

**NWD.**Формат файла Navisworks Document. Предназначен для пакетного сохранения данных всей модели в единый файл и передачи третьим лицам. Параметры передачи настраиваются.

**FBX.** Технология и формат файлов, которые используются для обеспечения совместимости различных программ [трехмерной](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D1%80%D1%91%D1%85%D0%BC%D0%B5%D1%80%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D0%B3%D1%80%D0%B0%D1%84%D0%B8%D0%BA%D0%B0) графики. В данном формате информационная модель Revit экспортируется для использования в программе визуализации, например в 3ds Max®.

**ADSK.** Файлы обмена информацией между продуктами Revit и AutoCAD Civil 3D с одной стороны и Inventor® и Revit – с другой.

**DWT.** Файл шаблона AutoCAD Civil 3D.

# 5. Общие положения

## 5.1. Основные принципы информационного моделирования.

Технология информационного моделирования является естественным развитием технологий автоматизации строительной отрасли. Данная технология охватывает все этапы жизненного цикла объектов капитального строительства и может быть расширена на городскую инфраструктуру в целом в соответствии с концепцией “Smart City”.

Развитие информационного моделирования в мире и в России, в частности, базируется на многолетней истории строительной отрасли, поэтому при внедрении технологии информационного моделирования необходимо обязательно учитывать опыт и практику строительной отрасли соответствующего региона, адаптируя их в соответствии с требованиями данной технологии.

Для информационного моделирования подземного пространства могут быть использованы геоинформационные системы, которые позволяют создавать разные виды карт из одного и того же набора данных, а также могут быть использованы в качестве инструмента визуализации.

Процесс развития методологии информационного моделирования был многоэтапным и развивался по мере развития информационных технологий и связанных с ними методологий. Одной из таких методологий является объектно-ориентированный подход (ООП). В основе ООП лежат идеи и принципы проектирования сложных систем, которые выражены в системном подходе. Основной принцип системного подхода заключается в рассмотрении частей явления или сложной системы с учётом их взаимодействия. Системный подход включает в себя выявление структуры системы, типизацию связей, определение атрибутов и анализ внешней среды. В российской строительной отрасли системный подход реализовывался в рамках научного направления «Системотехника[[1]](#footnote-1) строительства».

Применение технологии информационного моделирования обеспечивает следующие преимущества в решении проблем управления сложностью и интеграцией различных систем:

1. вносит в модели исследуемых систем структурную определённость, распределяя представленные в системе данные и процедуры между классами объектов;
2. сокращает объем спецификаций благодаря введению в описания иерархии объектов и отношений наследования между свойствами объектов разных уровней иерархии;
3. уменьшает вероятность искажения данных вследствие ошибочных действий за счёт ограничения доступа к определённым категориям данных в объектах. Описание в каждом классе объектов допустимых обращений к ним и принятых форматов сообщений облегчает согласование и интеграцию систем.

В свою очередь применение данной технологии позволяет обеспечить:

1. структуризацию процесса проектирования, посредством декомпозиции проектных задач и документации, выделением стадий, этапов, проектных процедур;
2. итерационный характер проектирования;
3. типизацию и унификацию проектных решений и средств проектирования;
4. анализ и моделирование систем;
5. синтез и оптимизация систем.

Технология информационного моделирования объединяет две чётко различимые задачи:

1. создание моделей сложных систем (в англоязычном написании - modeling);
2. анализ свойств систем на основе исследования их моделей (simulation).

Исходя из вышесказанного сформулируем основные принципы технологии информационного моделирования:

1. Обеспечение применения системного подхода в строительной отрасли;
2. Использование методик системного подхода при реализации инвестиционно-строительного проекта;
3. Формирование требований к информационному обмену на основе описания бизнес-процессов и формирования единых информационных моделей;
4. Обеспечение возможности повторного использования информационных моделей
5. Возможность проверки программного обеспечения на соответствие информационным моделям и соответственно требованиям к информационному обмену.

## 5.2. Стратегические преимущества

Многие компании предпочитают планомерное развитие от 2D к 3D моделям, затем к 4D (добавляя возможность установления связей с системами планирования) и затем к технологии информационного моделирования. Однако нужно отметить, хотя 3D модели значительно повышают эффективность взаимодействия команды, но не все 3D модели можно квалифицировать как информационные модели, так как трёхмерное геометрическое представление является только частью представления информационной модели.

Применение технологии информационного моделирования позволяет подойти к решению данной задачи качественно на новом уровне. В процессе информационного моделирования вы не просто разрабатываете чертежи, по которым можно будет построить объект, вы формируете цифровой двойник объекта капитального строительства, соблюдая все технологии строительного производства. Весь процесс проектирования полностью имитирует реальный производственный процесс строительства здания. То есть, как строители строят в реальности, так же мы должны проектировать виртуально.

Безусловно, источником достоверной информации о продукте является сам производитель и именно он может достоверно описать технологию монтажа или производства работ. Поэтому в необходимо стандартизировать требования к такой информации, обязать сопровождать процесс производства конкретными информационными электронными документами и графическим отображением в формате необходимом для информационного моделирования.

Создание модели конструкции и ее информационное насыщение уже реализованная технология. Ведущие IT компании – разработчики ПО для проектирования развивают свои продукты в сторону информационного моделирования и имеющиеся уже результаты вполне удовлетворительны. Недостатки тех или иных продуктов и способов их применения лишь незначительно увеличивают трудозатраты на моделирование, но в целом существующие решения уже применяются и успешно решают поставленные перед ними задачи.

Другое дело моделирование процессов. Современные программы планирования используются в строительстве, но уже на стадии производства работ на самом объекте, точнее в ПТО.

## 5.3. Основные принципы

Моделе-ориентированный подход. Рассматривает объект как систему и учитывает на каждом этапе жизненного цикла следующие аспекты:

- функциональный;

- технический;

- экономический;

- экологический;

- социальный;

- культурный

и другие в зависимости от требований проекта и решаемых задач.

Соответственно на каждом этапе жизненного цикла объекта формируется информационная модель с необходимым уровнем проработки.

Совместная работа междисциплинарной команды, обеспечивает комплексный анализ и вовлечение максимально необходимого/возможного количества участников процесса.

Накопление знаний является неотъемлемой составляющей процесса моделирования на любом этапе жизненного цикла объекта.

Структура модели формируется на основе базовой онтологии [22].

Базовым набором метаданных является Дублинское ядро в соответствии со стандартом ГОСТ Р ИСО 15836:2011.

При разработке моделей рекомендуется использовать современные языки моделирования, основанные на безпричинном (акаузальном) подходе, включающем объектно-ориентированное и физическое моделирование.

При декомпозиции объекта рекомендуется использовать компонентную декомпозицию, т.е. декомпозицию системы на физические компоненты.

Планирования вычислительного эксперимента обеспечивается применением методов и приемов планирования эксперимента.

Конкретизация условий и области применения разрабатываемой математической модели исходя из точки зрения.

*П Р И М Е Ч А Н И Е*

*Данный принцип требует построения нескольких математических моделей исследуемого объекта, с достаточной степенью адекватности в соответствии с принципом декомпозиции для различных точек зрения.*

Опережающая математическая строгость и глубина феноменологического описания явления. В соответствии с принципом 2.1.6 при разработке математических моделей необходимо построение физических закономерностей отдельных явлений на порядок более строгих и глубоких, чем определено постановкой конкретной задачи. Этот принцип дополняет принцип 2.1.8.

## 5.4. Схема анализа объекта

Концептуальная схема анализа объекта, которая лежит в основе интегрированного подхода, представлена на рисунке 5.1 и строиться исходя из совокупности точек зрения. Настоящий Регламент обеспечивает процесс интеграции данных в широком контексте. Точка зрения определяет методы и подходы к изучению жизненного цикла объекта и его характеристик.

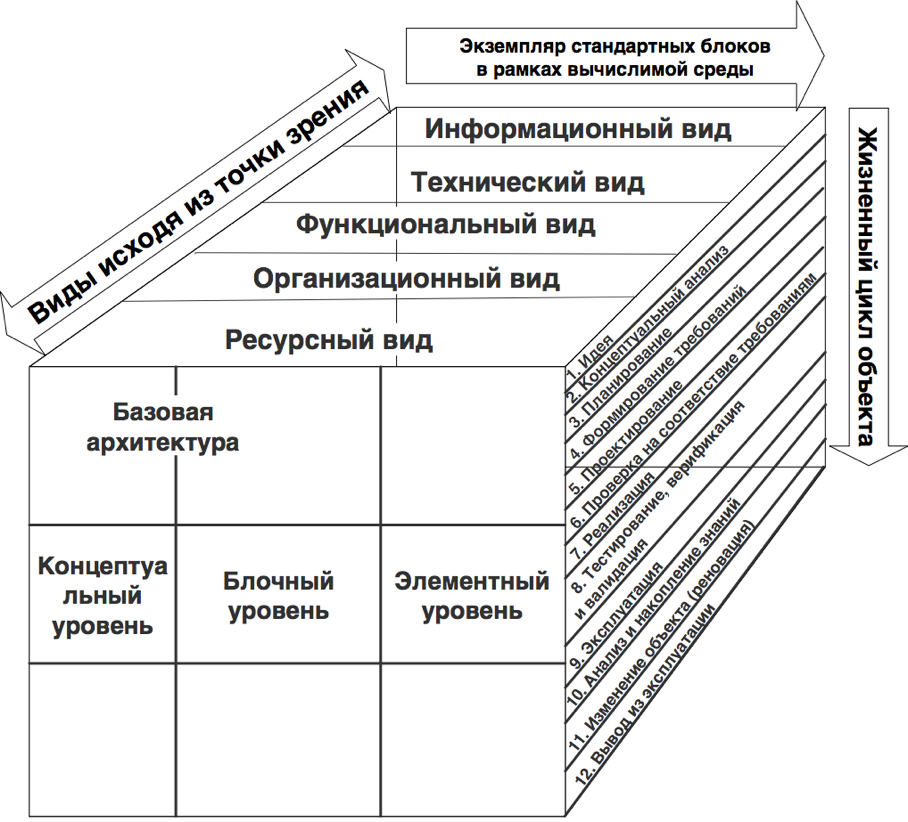


Рисунок 5.1 – Архитектура Интегрированного подхода.

Исходя из выбранной точки зрения объект необходимо проанализировать с различных видов в соответствии со схемой см. рисунок 5.2.

Изображение выглядит как текст



Описание создано автоматически

Рисунок 5.2 - Базовая архитектура вычислимой среды.

Каждый вид в соответствии с точкой зрения формирует информационный набор, который определяет способ представления и расчетную модель объекта.

П Р И М Е Ч А Н И Е

В результате рассмотрения объекта с разных точек зрения и исследовании разных информационных наборов, описывающих объект, формируется информационная модель сложной динамической системы.

При декомпозиции системы определяют подсистемы, которые являются элементами системы для конкретного информационного набора.

## 5.5. Управление знаниями

На каждом этапе жизненного цикла должен осуществляться менеджмент знаний. При этом за накопление знаний отвечает организация, которая является разработчиком информационной модели. В случае если разработчик не является конечным потребителем информационной модели, то накопленные знания должны передаваться в виде отдельного набора данных информационной модели следующему участнику в соответствии с жизненным циклом объекта.

По завершении очередного этапа жизненного цикла накопленная информация должна быть обработана и передана владельцу объекта для последующего использования в рамках жизненного цикла. Интерес представляет информация по выбору и обоснованию принятых решений, результаты промежуточных исследований моделей и т.д.

Основой накопления знаний является используемая в рамках проекта онтология и связанная с ней семантическая сеть проекта, допускающие автоматическую обработку, в результате которой может быть получена семантическая сеть. При этом знания должны быть организованы так, чтобы отражать естественную структуру экземпляра класса из данной предметной области.

Периодически должна проходить обработка накопленных знаний в соответствии с методикой формирования метазнаний, определяемой для каждой предметной области и каждого проекта отдельно. Периодичность обработки устанавливается в каждой организации исходя из жизненного цикла объекта, требований проекта и необходимости получения обратной связи в соответствии с накопленной информацией.

## 5.6. Информационная модель

Информационная модель объекта является централизованным источником информации об объекте.

Информационная модель обеспечивает однозначную трансформацию информации об объекте для различных систем моделирования и анализа.

Информационная модель обеспечивает однозначное представление информации для систем отображения.

Информационная модель не должна иметь одинаковых (дублирующих) наборов данных.

Информационная модель может состоять из распределенных наборов данных. Ссылки на удаленные наборы данных должны формироваться в соответствии с требованиями языка описания графов.

Информационная модель может иметь информационный набор нормативно-технических ограничений, описанных в соответствии со спецификацией RuleML.

Информационная модель антропогенного объекта может содержать проектные, строительные и эксплуатационные модели в виде отдельных информационных наборов.

Информационная модель антропогенной среды должна содержать картографические данные в соответствии со спецификацией CityGMLи может содержать другие картографические данные необходимые для реализации проекта.

## 5.7. Разделение информационной модели на подмодели

При просмотре и загрузке информационных моделей, в стандартизованном формате обмена информационными моделями IFC, подразделять модели на подмодели из-за размера модели не нужно. При разработке информационной модели разделение на подмодели может быть продиктовано технологией моделирования в конкретном программном продукте или аппаратными и технологическими ограничениями.

Однако разделение информационной модели на подмодели может дать преимущества позже, когда вы, например, обрабатываете изменения и управляете пакетами результатов конфликтов. Модели можно подразделять по линиям расположения зданий, например, по уровням для инженерных, слаботочных или энергетических систем, по фазам или границам линий сетки. Также может оказаться полезным разделить модели, материалы и системы которых предоставлены одним поставщиком. Вы можете, например, отделить объекты бетона и арматуры, или поставить и возвратить системы трубопроводов.

## 5.8. Совместная работа

При использовании интегрированного подхода должен быть реализован процесс совместного функционирования управления информацией на всех этапах жизненного цикла объекта. Управлению подлежит не только инженерная информация и проектные данные, но и экономическая, логистическая, управленческая, информация о процессах и другая информация необходимая в рамках проекта.

Для обработки информации должны применяться технологии автоматизации обработки информацией и вычислительные методы анализа информации.

Для обеспечения процесса совместной работы должно быть организовано информационное пространство в соответствии с требованиями ГОСТ Р ИСО/МЭК 19778-1-2011 и стандарта на Открытые распределенные процессы.

Информационное пространство должно обеспечивать функции представления информации для всех участников процесса.

Информационное пространство должно обеспечивать функции контроля качества информационной модели.

Информационное пространство должно обеспечивать функции контроля ограничений, описанных в соответствии со спецификацией RuleML.

Информационное пространство должно включать сервер информационных моделей для обеспечения синхронизации, целостности и достоверности информационных моделей.

Для обеспечения координации действий всех участников процесса необходимо разработать и описать процессы внедрения и использования информационного моделирования для всех этапов жизненного цикла объекта.

# 6 Правила именования файлов

Имя файла модели, в обязательном порядке, должно состоять из 8 (восьми) блоков, разделенных между собой «нижним тире/нижним подчеркиванием». Количество символов в блоках 1,2, 4-8 не должно превышать 4 (четырех) символов. Если значение блока не определено, то указывается значение «ХХ».

Правила наименования файлов модели:

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** |
| **Раздел** | **Статус** | **Объект** | **Фаза** | **Уровень** | **Тип ИМ** | **Автор** | **Версия** |
| AR | PUB | Techopark | XX | L2 | EXP | FIO | R16 |
| SC | SHD | Techopark | XX | L1 | CNS | FIO | N16 |

Пример готового имени файла модели Revit:   
AR\_PUB\_ Techopark \_XX\_L2\_EXP\_FIO\_R16.rvt

Пример готового имени файла модели Navisworks:   
SC\_SHD\_ Techopark \_XX\_L1\_CNS\_FIO\_N16.nwd

Пример готового имени файла модели в общеобменном формате IFCверсии 2х3:   
SC\_SHD\_ Techopark \_XX\_L1\_CNS\_FIO\_I2x3.ifc

Пример готового имени файла модели в общеобменном формате IFCверсии 4дополнение 1 для объекта:  
SC\_SHD\_ Techopark \_XX\_L1\_CNS\_FIO\_I4a1.ifc

Пример готового имени файла модели в общеобменном формате IFCверсии 4дополнение 1 для линейного объекта:  
SC\_SHD\_ Techopark \_XX\_L1\_CNS\_FIO\_I4x1.ifc

|  |  |
| --- | --- |
| **Блок 1** | **Раздел проектной документации в соответствии с постановлением №87 (предметная область)** |
| **Код** | **Наименование** |
| FM | Обобщенная модель по всем разделам (**F**ederated **M**odel) |
| BS | Базовый файл (**B**a**s**e) |
| AR | Архитектурные решения (**Ar**chitecture) |
| ST | Конструкции Общие решения (**St**ructural) |
| SC | Конструкции Железобетонные (**S**tructural **C**oncrete) |
| SS | Конструкции Металлические (**S**tructural **S**teel) |
| HVAC | Отопление, Вентиляция, Кондиционирование и Холодоснабжение (**H**eating, **V**entilation, **C**onditioning and **C**ooling) |
| WS | Водоснабжение, Водоотведение (**W**ater supply, **S**ewerage) |
| ES | Электроснабжение, Электроосвещение (**E**lectrical **S**ystem) |
| FS | Пожаротушение (**F**ire **S**ystem) |
| T | Коллектор |
|  |  |

|  |  |
| --- | --- |
| **Блок 2** | **Статус** |
| **Код** | **Наименование** |
| WIP | В разработке |
| SHD | Для общего пользования |
| PUB | Для публикации/передачи заказчику |

|  |  |
| --- | --- |
| **Блок 3** | **Объект** |
| **Код** | **Наименование** |
| Techopark | Технопарк |

|  |  |
| --- | --- |
| **Блок 4** | **Фазастроительного проекта/модели** |
| **Код** | **Наименование** |
| XX | Не применяется |
| SE | Эскизный проект |
| SP | Стадия «П» |
| SWD | Стадия «Рабочая документация |
| SaB | Исполнительная документация |
| SOM | Эксплуатационная документация |

|  |  |
| --- | --- |
| **Блок 5** | **Уровень** |
| **Код** | **Наименование** |
| ALL | Полная сборка |
| L-1 | -1-й этаж Level -1 |
| BF | Подземный этаж - Basement |
| L1 | 1-й этаж - Level 1 |
| L2 | 2-й этаж - Level 2 |
| L3 | 3-й этаж - Level 3 |
| L4 | 4-й этаж - Level 4 |
| L5 | 5-й этаж - Level 5 |
| RF | План кровли - Roof |

|  |  |
| --- | --- |
| **Блок 6** | **Тип информационной модели** |
| **Код** | **Наименование** |
| CPM | Эскизная модель |
| SDM | Проектная модель |
| WDM | Модель для выпуска рабочей документации |
| OMM | Исполнительная модель |
| CNM | Строительная модель |
| FMM | Эксплуатационная (реконструкция, реставрация, кап.ремонт) модель |
| DMM | Модель сноса и рекультивации |

|  |  |
| --- | --- |
| **Блок 7** | **Автор** |
| **Код** | **Наименование** |
| FIO | ФИО автора |
| {Код} | {Наименование} |

|  |  |
| --- | --- |
| **Блок 8** | **Версия** |
| **Код** | **Наименование** |
| R16 | Autodesk Revit 2016 |
| R17 | Autodesk Revit 2017 |
| R18 | Autodesk Revit 2018 |
| R19 | Autodesk Revit 2019 |
| N16 | Autodesk Navisworks 2016 |
| I1x0 | IFC версии 1x0 |
| I2x3 | IFC версии 2х3 |
| I4x1 | IFC версии 4 дополнение 1 |
| I5x0 | IFC версии 5 |
| С18 | Autodesk AutoCAD Civil 3D 2018 |
|  |  |

# 7. Цифровая модель местности

ЦММ служит картографической основой для пространственной привязки баз тематических данных, получаемых в результате проведения инженерных изысканий, земельно-кадастровых работ, межевания земель, статистических исследований, иных специальных работ и обследований.

Для формирования ЦММ используют методы и средства, обеспечивающие создание таких пространственных данных, которые обеспечивают соответствие модели требованиям настоящего стандарта.

Предпочтительными методами и средствами являются:

* цифровая фотограмметрическая обработка материалов аэросъемки и космической съемки;
* цифровая обработка материалов наземной автоматизированной топографической съемки;
* перевод в цифровой вид существующих картографических материалов;
* автоматизированная генерализация топографической информации для создания ЦММ мелких масштабов из ЦММ более крупных масштабов.

При создании конкретной ЦММ могут быть использованы любые материалы и данные, обладающие требуемыми достоверностью, современностью и точностью, в том числе материалы и данные Федерального картографо-геодезического фонда, автоматизированного Государственного каталога географических названий России, справочно-информационных систем других ведомств.

Оценка качества пространственных данных осуществляется на этапах жизненного цикла ЦММ путем контроля качества:

* исходных данных, используемых для создания или обновления ЦММ;
* в процессе создания или обновления ЦММ;
* после завершения процесса создания или обновления ЦММ;
* в процессе преобразования ЦММ с учетом требований пользователя.

Для поддержания ЦММ в соответствии с современным состоянием местности они должны обновляться:

* оперативно (топографический мониторинг) — на особо важные районы, а также на районы интенсивного развития (города, населенные пункты, зоны жилищного строительства, места освоения полезных ископаемых, участки строительства дорог и линейных сооружений, территориально-производственные комплексы и т. п.) путем сбора и систематизации информации по данным дистанционного зондирования, картографическим материалам специального (отраслевого) назначения, другим источникам информации об объектах местности, подлежащих отображению в ЦММ.

Примечание — *Оптимальным условием проведения топографического мониторинга является анализ работы в региональных и муниципальных ГИС, т. к. все изменения на местности учитываются, как правило, пользователями ГИС в процессе их производственной деятельности;*

* периодически (на остальные районы) — по материалам, получаемым в результате специально проводимых аэрофотосъемки, топографической, космической и других видов съемок.

Подтверждение соответствия ЦММ требованиям нормативных документов рекомендуется осуществлять в Системе сертификации геодезической, топографической и картографической продукции с учетом положений, установленных в Положении о Системе сертификации геодезической, топографической и картографической продукции, зарегистрированное Министерством юстиции Российской Федерации 14 сентября 2000 г., регистрационный № 2382 и Государственным реестром Госстандарта России 11 октября 2000 г., регистрационный № POCC RU.0008.01KP00.

## 7.1. Требования к содержанию данных в составе ЦММ

Состав пространственных объектов ЦММ (далее — объектов ЦММ), атрибутов объектов и значений атрибутов должен соответствовать требованиям ГОСТ Р 52439.

При уточнении для конкретной ЦММ состава объектов, атрибутов объектов и значений атрибутов руководствуются основными положениями по созданию и обновлению топографических карт[[2]](#footnote-2), определяющими масштабы карт и планов, которые необходимы для решения тех или иных задач.

Примечание — *При работе с ЦММ масштаб является интегральным показателем полноты и точности данных.*

Нагрузку ЦММ пространственными объектами и их атрибутивными данными выбирают в зависимости от назначения ЦММ и решаемых с ее помощью задач.

Объекты ЦММ должны быть классифицированы и снабжены кодами. Для ЦММ рекомендуется использовать системы классификации и кодирования, разработанные в соответствии с ГОСТ Р 51606.

Примечание — *При формировании ЦММ рекомендуется использовать положения ГОСТ Р 51605, стандартизующего создание следующих классов пространственных объектов:*

* *математическая основа;*
* *опорные пункты;*
* *рельеф суши;*
* *гидрография и гидротехнические сооружения;*
* *населенные пункты;*
* *промышленные, сельскохозяйственные и социально-культурные объекты;*
* *дорожная сеть и дорожные сооружения;*
* *растительный покров и грунты;*
* *границы, ограждения и прочие объекты;*
* *подписи собственных названий объектов.*

В рамках конкретной ЦММ допустимо декларирование и использование только одной системы классификации и кодирования.

## 7.2. Требования к моделям данных, типам объектов ЦММ и правилам их цифрового описания

Для представления объектов в ЦММ используют следующие модели пространственных данных:

* векторная топологическая;
* векторная нетопологическая;
* растровая;
* модели, в которых используются и векторные, и растровые данные.

С учетом того, что ЦММ используют, как правило, для решения аналитических и расчетных задач, анализа, подготовки проектов и отчетов, предпочтительной является векторная топологическая модель.

Атрибуты точки, линии (полилинии), полигона описывают их свойства/характеристики/параметры/виды/типы/ аспекты/детали и пр.

Дорога (тип поверхности, количество полос, направленность движения и т.д.) В ГИС атрибуты могут отображаться подходящим цветом или стилем.

Большинство ГИС-приложений группирует векторные объекты в слои. Объекты в слое имеют одинаковый тип геометрии (например, все точки) и общий набор атрибутов (например, вид растения/дерева для слоя озеленения).

Оцифровка — процесс, позволяющий создавать и редактировать геометрии объектов в слое карты ГИС-приложений.

Помимо создания собственных данных можно использовать существующие свободные векторные данные. Так, вы можете получить данные, используемые на картах масштаба 1:50000 в Управлении геодезии и картографии.

Растровое представление данных рекомендуется использовать в качестве промежуточной модели при обновлении ЦММ по материалам аэрокосмической, лазерной и тепловизионной съемок.

Модели, имеющие в своем составе растровые и векторные данные, рекомендуется использовать в качестве цифровых ортофотокарт и ортофотопланов.

Семантическая информация растровой модели определяет окраску и интенсивность цвета ячейки. (непосредственно растр, например, аэрофотоснимка несет семантическую информацию только об интегральном коэффициенте отражения солнечного света, а дальше уже наш мозг интерпретирует эту информацию в образы объектов на местности).

Конечно, для растровых изображений разделение информации на метрическую и семантическую не формализовано, и отдельно в специальных базах данных не хранится. Характеристиками растровых моделей являются разрешение, зона и значение.

Разрешение - линейный размер участка поверхности, отображаемый одной ячейкой (пикселем) растра. Следует различать разрешение графического файла (оно обычно приводится в пикселях (точках) на дюйм (dot per inch – dpi, например 600 dpi, 300 dpi) и разрешение картографическое (пиксели на метр), например космические снимки высокого разрешения- 1 пиксель на метр, среднего 1 пиксель на 15 метров). При этом надо заметить, разрешение в пикселях на метр по-разному может вычисляться на зарубежных и отечественных космоснимках (разные критерии различения точек на снимке).

Зона – (площадной контур) объединяет набор смежных ячеек, имеющих одинаковые свойства (цвет, интенсивность). В отношении самостоятельных зон, имеющих одинаковые свойства, часто используют термин класс, или район. Основными характеристиками зоны являются численные значения, присвоенные ее свойствам и ее местоположение.

Значение–– единица информации, хранящаяся в слое изображаемого объекта для характеристики каждого пикселя. Это семантическая информация, относящаяся к пикселю (номер цвета в условной системе).

Для описания рельефа используют цифровую модель рельефа (сеточную, триангуляционную, структурную).

Векторная модель может иметь двух- или трехмерную размерность данных.

Векторная модель данных должна сопровождаться указанием единиц измерения, в которых описываются данные. В качестве основных единиц измерения в соответствии с [3] должны использоваться линейные единицы СИ (километры, метры, дециметры, сантиметры и др.).

Примечания

1  *Для ЦММ, описывающих зарубежные территории, допустимы такие линейные внесистемные единицы измерения, как миля, дюйм и др.*

*2  В случаях, когда это оправдано с точки зрения специфики области использования ЦММ, допустимо применение градусных единиц СИ.*

Растровая модель данных должна сопровождаться указанием размера пикселя и соответствующего ему значения на местности (в линейных единицах СИ).

Если составной частью ЦММ является цифровая модель рельефа, то параметры описания рельефа должны соответствовать полноте и точности ЦММ, в составе которой присутствует данное описание.

Структурной единицей цифрового описания данных в составе ЦММ является пространственный объект.

Представление объекта в ЦММ зависит от его геометрических свойств. Объекты подразделяют на следующие типы:

* точечный;
* линейный;
* полигональный;
* поверхность.

Для формирования объектов ЦММ рекомендуется использовать правила цифрового описания картографической информации по ГОСТ Р 51607.

## 7.3. Требования к координатным данным и топологическим отношениям объектов ЦММ

ЦММ должна содержать координатные данные, описывающие положение объектов местности с точностью, которая соответствует требованиям нормативных документов федерального органа исполнительной власти в области геодезии и картографии, предъявляемым к точности топографических карт и планов соответствующих масштабов.

Примечание — *Следует учитывать, что комплексное моделирование местности, в том числе и моделирование с помощью ЦММ, требуют описания как объектов с описанием твердотельных геометрических моделей, так и объектов, контуры которых на местности не являются однозначно определяемыми (леса, болота, луга и др.). Требования к точности описания местоположения объектов второй группы в составе крупномасштабных картографических материалов существенно ниже, чем к точности описания объектов первой группы.*

## 7.4. Требования к математической и координатной основе ЦММ

При формировании ЦММ должны быть определены все элементы математической и геодезической основы. К таким элементам относятся:

* наименование и параметры используемого эллипсоида;
* наименование и параметры используемой картографической проекции;
* наименование и параметры используемой системы координат и высот;
* способ и параметры разграфки номенклатурных листов.

## 7.5. Требования к описанию результатов оценки качества данных в составе ЦММ

Результаты оценки качества данных ЦММ в соответствии с ГОСТ Р ИСО 19113 должны содержать сведения о:

* полноте данных — наличии и отсутствии объектов, их атрибутов и отношений, которые должны присутствовать в соответствии с требованиями, установленными для ЦММ того или иного масштаба;
* логической согласованности данных — степени соответствия данных правилам цифрового описания картографической информации, соответствии значений атрибутов области допустимых значений, топологической согласованности;
* позиционной точности данных — точности положения объектов ЦММ;
* актуальности данных — сведений о времени создания, обновления или преобразования данных, а также точности временных атрибутов и временных отношений объектов;
* атрибутивной (тематической) точности — точности количественных атрибутов и корректности неколичественных атрибутов и классификаций объектов и их отношений.

## 7.6. Требования к содержанию и представлению справочной информации о ЦММ

Наряду с файлами (базами), содержащими объекты (слои объектов) ЦММ, в состав каждого ЦММ в обязательном порядке должны быть включены справочные данные (справочный файл — метаданные ЦММ).

Справочный файл должен содержать:

* идентификацию ЦММ;
* краткое описание географических условий области моделирования, методы создания модели, цели создания ЦММ, определяющие ее масштаб;
* информацию о классификаторе и правилах цифрового описания данных;
* информацию о математической и координатной основах;
* информацию о качестве данных;
* информацию об ответственном субъекте;
* информацию об ограничениях доступа;
* информацию о правообладателе исключительных прав.

Идентификационные данные должны определить участок (регион), который описывает ЦММ. Определение должно быть реализовано одним из следующих способов:

* с помощью географического названия участка (региона);
* координатными данными, определяющими местоположение участка (региона) в рамках используемой координатной основы.

Информация о классификаторе и правилах цифрового описания данных должна содержать обозначения и наименования нормативныхдокументов, регламентирующих классификацию и правила описания данных, время издания (создания), номер версии, форму хранения (на бумажном или машинном носителе), а также адрес, по которому следует обращаться для приобретения вышеуказанных документов.

Информация о системе координат и картографической проекции должна содержать наименования системы и проекции.

Справочные данные должны содержать сведения об ответственном субъекте. В качестве ответственного субъекта должны выступать:

* организация (организации), создавшая (создавшие) ЦММ;
* организации, которым право распространения ЦММ делегировано.

Каждая из вышеуказанных организаций должна быть зарегистрирована в справочных данных путем занесения в нее следующей информации:

* наименование организации;
* адрес ответственного субъекта, включая почтовый и электронный адреса, номера телефона и факса;
* функции, выполняемые ответственным субъектом.

Картографическая информация может иметь как открытый, так и закрытый характер в соответствии с установленным режимом доступа.

Справочные данные должны содержать сведения об установленных ограничениях доступа.

ЦММ в виде карт и планов является объектом авторского права, охраняемым в соответствии с действующим законодательством Российской Федерации.

Справочные данные должны содержать сведения об имени (наименовании) и местонахождении правообладателя исключительных прав.

## 7.7. Требования к техническому и программному обеспечению ЦММ

Технические и программные средства, поддерживающие формирование и использование ЦММ, должны обеспечивать выполнение следующих требований:

* информативность и точность содержания ЦММ в процессах создания, обновления, преобразования и использования ЦММ должны быть не ниже, чем это предусмотрено в паспортных данных на эти средства;
* должна быть реализована возможность удаления объектов и их атрибутов, не разрешенных для показа на картах и планах открытого опубликования;
* должна быть реализована возможность управления большими объемами данных, в том числе возможность фрагментации и слияния ЦММ, а также отбора указанного объектового состава и его обобщения;
* должно проводиться редактирование ЦММ в автоматическом и интерактивном режимах;
* автоматические и интерактивные контроль и оценка качества содержания ЦММ должны сопровождаться визуализацией протокола с результатом оценки качества;
* должна быть обеспечена оперативная визуализация информации с использованием системы условных картографических знаков;
* должна быть обеспечена защита информации, отнесенной законодательством Российской Федерации к категории ограниченного доступа.

Рекомендуется использовать технические и программные средства, имеющие подтверждение соответствия.

## 7.8. Цифровая модель рельефа (ЦМР)

Результатом обработки данных топографо-геодезических изысканий должна являться, прежде всего, цифровая модель рельефа (ЦМР).

ЦМР должна формироваться в том числе с использованием данных съемки «теневых» участков.

На ЦМР автомобильной дороги в обязательном порядке необходимо:

* отметить характерные точки: ось дороги, внутреннюю и внешние кромки проезжей части, кромки асфальта, укрепленную обочину, бровку, подошву насыпи и другие точки, а на многополосных дорогах – границы полос движения;
* построить пространственные структурные линии по характерным точкам;
* линейные объекты формировать в виде структурных линий;
* линии не должны иметь разрывов на протяжении однотипных участков. Разрывы допускаются для линий, обозначающих кромку проезжей части и бровку обочины в местах пересечений и примыканий.   
  ЦМР представляется в виде поверхностей (например, поверхностей AutoCAD Civil 3D).

## 7.9. Цифровая модель ситуации (ЦМС)

Цифровая модель местности должна включать все объекты, отражающие ситуацию инфраструктурного объекта, в трехмерном виде. ЦМС строится на геоподоснове ЦМР.

Должен быть определен набор слоев элементов, составляющих ЦМС, например:

* проезжая часть,
* обочина,
* дорожные ограждения,
* километровые столбы,
* сигнальные столбики,
* столбы освещения,
* светофоры,
* дорожные знаки,
* разметка горизонтальная,
* разметка вертикальная,
* водопропускные трубы,
* водоотводные лотки,
* бордюрные камни,
* остановки общественного транспорта,
* тротуары,
* примыкания,
* объекты дорожного сервиса,
* лесополосы,
* шумозащитные экраны.

## 7.10. Цифровая модель землепользования (ЦМЗ)

Исходными данными для модели земельных участков могут быть: 2D-чертеж DWG, выписки из Государственного кадастра недвижимости (ГКН) в формате PDF, содержащие каталоги координат границ земельных участков, выписки ГКН в формате XML, файлы в формате MID/MIF, подключение Публичной кадастровой карты по протоколу WMS (webmapservice).

ЦМЗ должна содержать контуры земельных участков в виде 2D-полигонов. Если система координат проекта не совпадает с системой координат точек границ земельных участков (МСК), то координаты земельных участков должны быть пересчитаны в систему координат проекта.

# 8. Требования к результатам изысканий

## 8.1. Общие требования

Все результаты изысканий должны быть представлены в соответствии с требованиями представления информации к ЦММ.

## 8.2. Требования к результатам инженерно-гидрометеорологических изысканий

В состав инженерно-гидрометеорологических изысканий входят:

* сбор, анализ и обобщение материалов стационарных наблюдений Росгидромета и материалов ранее выполненных инженерно-гидрометеорологических изысканий и исследований;
* рекогносцировочное обследование района инженерных изысканий;
* наблюдения за элементами гидрометеорологического режима;
* изучение опасных гидрометеорологических процессов и явлений;
* камеральная обработка материалов и определение необходимых расчетных характеристик;
* составление технического отчета или соответствующего раздела.

Программа инженерно-гидрометеорологических изысканий (далее – программа) в дополнение к требованиям, указанным в СП 47.13330.2016 (подпункт 4.19) должна содержать следующие краткие сведения, необходимые для организации и выполнения работ:

* о гидрографической сети района изысканий;
* об основных факторах гидрологического режима водных объектов и возможности проявления опасных гидрометеорологических процессов и явлений;
* об использовании водных ресурсов и хозяйственной деятельности на территории водосборов;
* о наличии материалов наблюдений по постам (станциям) Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (далее – Росгидромета), постам (станциям) других министерств и ведомств, а также материалов инженерно-гидрометеорологических изысканий прошлых лет с оценкой возможности их использования при решении поставленных задач;
* об участках размещения временных постов и створов наблюдений;
* о категориях сложности природных условий при выполнении отдельных видов полевых работ;
* о намечаемых методах определения, требуемых гидрологических и метеорологических характеристик.

### 8.2.1. Цифровая модель гидрометеорологического строения (ЦМГМ)

Материалы инженерно-гидрометеорологических изысканий выполняются с учетом их дальнейшего использования в сводной модели автомобильной дороги, объем моделирования и необходимость определяется командой проекта.

## 8.3. Требования к результатам инженерно-геологическимиизысканий

В состав инженерно-геологических и инженерно-геотехнических изысканий входят следующие основные виды работ:

* сбор и обработка материалов изысканий прошлых лет;
* дешифрирование аэро- и космических снимков;
* рекогносцировочное обследование, маршрутные и аэровизуальные наблюдения;
* инженерно-геологическая съемка;
* проходка горных выработок;
* инженерно-геофизические исследования;
* инженерно-геокриологические исследования;
* сейсмологические и сейсмотектонические исследования территории;
* сейсмическое микрорайонирование;
* полевые исследования грунтов;
* гидрогеологические исследования;
* лабораторные исследования грунтов и подземных вод;
* локальный мониторинг компонентов геологической среды и стационарные наблюдения;
* камеральная обработка материалов и составление технического отчета.

Отдельно в рамках этого вида изысканий проводятся инженерно-геологические работы с целью:

* определения геологического строения массива горных пород;
* выявления тектонических нарушений, в том числе активных, зон повышенной трещиноватости и обводненности;
* определения глубины залегания уровня подземных вод, водоупоров, направления движения потоков подземных вод, а также гидрогеологических параметров грунтов и водоносных горизонтов;
* определения состава, состояния и свойств грунтов в массиве и их изменений во времени;
* выявления и изучения геологических процессов и их изменений во времени;
* проведения мониторинга опасных геологических и инженерно-геологических процессов;
* сейсмического микрорайонирования территории.

### 8.3.1. Цифровая модель геологического строения (ЦМГ)

Информация о геологических слоях должна иметь высотные и координатные привязки и всю необходимую информацию для их трехмерного представления как в поперечном, так и в продольном профилях автомобильной дороги (проектируемого объекта).

Все слои геологических изысканий должны быть строго классифицированы по типам и категориям объектов. Данные геологических изысканий не должны содержать неклассифицированные элементы.

Атрибуты слоев дорожной одежды рекомендуется снабдить информацией по материалам (модуль упругости марка бетона, асфальтобетона, щебня и др., коэффициент фильтрации песка и пр.), техническим и технологическим характеристикам, стоимости. Кроме этого, могут быть указаны ссылки на нормативные документы. Возможность этого определяет команда проекта по согласованию с заказчиком.

Данные инженерно-геологических изысканий должны содержать информацию по существующему состоянию дорожной одежды и земляного полотна в объеме и виде, обеспечивающих формирование трехмерного вида и содержащих информацию по конструктивным слоям, толщинам и остаточному модулю упругости с геодезической планово-высотной привязкой точек замеров в продольном и поперечном направлениях.

Данные комплексного динамического мониторинга должны быть представлены в виде, позволяющем внести их в информационную модель изысканий с координатными и высотными привязками мест проведения работ и отбора образцов.

Информация о подземных грунтовых водах должна быть сформирована в виде, обеспечивающем ее внесение в информационную модель существующей ситуации.

При выполнении радиологических, георадарных и георадиолокационных исследований данные по профилям и картограммам должны обеспечивать автоматическую (полуавтоматическую) их выгрузку в цифровую модель геологии.

Результаты геологических изысканий (исходные данные для построения ЦМГ) должны включать в себя в том числе:

* план расположения горных выработок с указанием номера;
* результаты камеральной обработки геологических изысканий в виде  
  геологических разрезов. Табличная информация дублируется в электронных таблицах MicrosoftExcel;
* колонки скважин с указанием номера скважин, номером инженерно-геологических элементов, абсолютных отметок и мощности геологических слоев;
* таблицы нормативных и расчетных значений характеристик грунтов.

## 8.4. Требования к результатам инженерно-геодезическимиизысканий

В состав геодезических изысканий для строительства входят:

* создание опорных геодезических сетей;
* геодезические наблюдения за деформациями и осадками зданий и сооружений, движениями земной поверхности и опасными природными процессами;
* создание и обновление инженерно-топографических планов в масштабах 1:5000-1:200, в том числе в цифровой форме, съемка подземных коммуникаций и сооружений;
* трассирование линейных объектов;
* инженерно-гидрографические работы;
* специальные геодезические и топографические работы при строительстве и реконструкции зданий и сооружений.

## 8.5. Требования к результатам инженерно-экологическимиизысканий

Результаты инженерно-экологических изысканий являются основой для разработки разделов "Перечень мероприятий по охране окружающей среды" и "Оценке воздействия на окружающую среду" проектной документации.

В состав инженерно-экологических изысканий входят следующие виды работ и исследований:

* сбор, обработка и анализ опубликованных и фондовых материалов, данных о состоянии природной среды и предварительная оценка экологического состояния территории;
* экологическое дешифрирование аэро- и космических снимков;
* маршрутные наблюдения;
* проходка горных выработок для получения экологической информации;
* эколого-гидрогеологические исследования;
* эколого-гидрологические исследования;
* эколого-геокриологические исследования;
* почвенные исследования;
* геоэкологическое опробование и оценка загрязненности атмосферного воздуха, почв, грунтов, поверхностных и подземных вод;
* лабораторные химико-аналитические исследования;
* исследование и оценка радиационной обстановки;
* газогеохимические исследования;
* исследование и оценка физических воздействий;
* биологические (флористические, геоботанические, фаунистические) исследования;
* социально-экономические исследования;
* санитарно-эпидемиологические и медико-биологические исследования;
* археологические исследования;
* камеральная обработка материалов и составление отчета.

### 8.5.1. Цифровая модель инженерно-экологических изысканий (ЦМЭ)

Материалы инженерно-экологических изысканий выполняются с учетом их дальнейшего использования в информационной модели существующего состояния дороги, объем моделирования и необходимость определяется командой проекта.

Материалы должны быть проанализированы BIM-командой с точки зрения формирования информационных моделей этого типа и описано, какими объектами и элементами может быть сформована модель инженерно-экологических изысканий (при необходимости).

## 8.6. Требования к результатам геотехнических изысканий

В составе геотехнических изысканий входит:

* Проходка горных выработок с их опробованием и лабораторные исследования механических свойств грунтов с определением характеристик для конкретных схем расчета оснований фундаментов.
* Полевые испытания грунтов с определением их стандартных прочностных и деформационных характеристик (штамповые, сдвиговые, прессиометрические)
* Испытания эталонных и натурных свай.срезные).
* Определение стандартных механических характеристик грунтов методами статического, динамического и бурового зондирования.
* Физическое и математическое моделирование взаимодействия зданий и сооружений с геологической средой.
* Специальные исследования характеристик грунтов по отдельным программам для нестандартных, в том числе нелинейных методов расчета оснований фундаментов и конструкций зданий и сооружений.
* Геотехнический контроль строительства зданий, сооружений и прилегающих территорий.

## 8.7. Требования к топографо-геодезическим изысканиям

Результатомтопографо-геодезических изыскания является инженерно-топографический план, который рекомендуется выполнять на базе данных лазерного сканирования или традиционными методами (однако лазерное сканирование на данный момент является наиболее прогрессивным методом проведения топографо-геодезических изысканий, позволяющим получать высокоточную 3D-модель существующего объекта).

Обработка данных лазерного сканирования должна выполняться с учетом:

* фильтрации посторонних шумов в облаках точек;
* пересчета данных в выбранную систему координат и систему высот (зачастую выбирается МСК и Балтийская система высот, единицы – метры);
* отображения облака точек в RGB;
* классификации точек (применительно также к традиционным методам изысканий):
* поверхность (проезжая часть, обочины, разделительная полоса, откосы и поверхность придорожной полосы);
* объекты обустройства дороги, надземные коммуникации;
* растительность (лесополосы, отдельно стоящие деревья, кустарники);
* здания и сооружения.

Для обнаружения неучтенных поземных инженерных коммуникацийв полосе отвода автомобильной дороги и определения их высотного положения необходимо применение метода геофизического исследования.

При формировании топографического плана необходимо использовать векторную топологическую модель пространственных данных.

Все ситуационные объекты (точечные, линейные и площадные) должны иметь координатную и высотную привязку.

Электронная версия топографического плана может быть представлена, например, в формате DWG. Все точки (элементы) топографического плана должны иметь координаты X, Y, Z(H).

## 9. Требования к цифровоймодели искусственных сооружений

Информационныемодели для различных искусственных сооружений, например мостовых сооружений, следует сохранять в различные файлы, структура слоев также может быть различной (например, одно сооружение металлическое, другое – железобетонное). Допускается объединение правого и левого мостов в общую модель. Структуру ЦМИССО определяет команда проекта, например:

* фундаменты опор,
* опоры,
* пролетные строения,
* узлы опирания, опорные части,
* удерживающие и регуляционные конструкции,
* деформационные швы,
* мостовое полотно,
* перильные ограждения.

## 10. Цифровая модель инженерных коммуникаций (ЦМК)

ЦМК должна включать 3D-объекты подземных, наземных и надземных коммуникаций, имеющие координатную и высотные привязки.

Различные типы коммуникаций должны группироваться по соответствующим слоям. Набор слоев определяется командой проекта, например:

* ЛЭП,
* опоры ЛЭП,
* газопровод,
* кабель телефонной связи,
* колодцы коммуникаций,
* оптоволоконный кабель.

Уровень проработки элементов BIM-модели должен позволять определить внешние габаритные размеры, соответствующие объектам коммуникаций.

# 11.Требования к единому координатному пространству

В информационных требованиях заказчику следует указать, в какой системе координат предоставлять данные. Данное требование должно распространяться на всю команду проекта (все организации).

Все ситуационные объекты информационных моделей (точечные, линейные, площадные, тела) должны иметь координатную и высотную привязку.

Зачастую кадастровые и другие виды полевых работ выполняются в местных системах координат (МСК). Если заказчик выбрал для проекта глобальную систему координат (например, WGS-84), а результаты работ выполнены в МСК, то подрядчикам необходимо предоставить ключи пересчета данных в выбранную заказчиком систему координат (выполнение пересчета данных выполняется на усмотрение заказчика).

Если принято решение выполнять BIM-проект в «системе координат проекта», то опорные реперные точки должны быть закреплены на местности и сохраняться до полного завершения всех работ по проекту. В случае когда стадии разработки проектной документации и рабочей сильно разнесены во времени – необходимо обеспечить сохранность опорных пунктов для последующих стадий (проектирование – строительство – эксплуатация).

Если линейно-протяженный объект располагается в нескольких районах (имеет большую протяженность), имеющих различные МСК, то имеет смысл в качестве системы координат выбрать WGS-84.

На этапе эксплуатации для инфраструктурных объектов зачастую используются ГИС-системы, ориентированные на использование географических систем координат. Данный факт нужно учитывать, если планируется передача информационной модели на этап эксплуатации.

# 12. Требования к уровням проработки

Информационные требования должны описывать уровни проработки элементов или групп элементов (система водоотведения, коммуникации и т. п.). Четкое определение уровней проработки в самом начале работы над проектом позволит избежать споров относительного того, что детализация и объем информации по элементам не соответствует ожиданиям заказчика, а также BIM-авторам избежать излишних временных и трудовых затрат на излишнюю детализацию, если она не требуется (например, нет смысла детализировать опору освещения до последней гайки и сварного шва, если для системы освещения установлен LOD200). Требуемые уровни проработки должны быть формализованы и согласованы в табличном виде, где по каждой категории элементов каждого раздела указаны определенные геометрические и атрибутивные свойства, необходимые для разработки в модели.

# 13. Требования к составу и форматам выдачи результатов проекта

Заказчик вправе отразить в Информационных требованиях желаемый состав и формат выдачи результатов проекта. При разработке BIM-проекта рекомендуются следующие форматы результатов проекта:

* Исходные данные – в исходных форматах (\*.docx, \*.xlsx, \*.pdf и т.п.).
* ИМИИ – информационная модель инженерных изысканий:
* ЦМР – цифровая модель рельефа – DWG, DGN, CityGML;
* ЦМС – цифровая модель ситуации – DWG, DGN, CityGML;
* ЦМИССО – цифровая модель искусственных сооружений (мостовых сооружений) – DWG, RVT, IFC или любые форматы твердотельного моделирования, согласованные с заказчиком;
* ЦМЗ – цифровая модель землепользования – DWG, DGN, CityGML;
* ЦМК – цифровая модель инженерных коммуникаций – DWG, IFC;
* ЦМГ – цифровая модель геологического строения – DWG, DGN, GeoSciML;
* Промежуточные ГИС модели KML (Google Earth);
* ЦМГМ – цифровая модель гидрометеорологического строения – определяется командой проекта;
* ЦМЭ – цифровая модель инженерно-экологических изысканий – определяется командой проекта.
* BIM-модели проектируемого объекта – DWG, RVT, IFC, RNP, DGN.
* Сводная информационная модель: NWC, NWD, DGN, CityGML.

Требования к составу разделов проектной документации описаны в Постановлении Правительства РФ от 16.02.2008 № 87 (ред. от 12.11.2016, с изм. от 28.01.2017) «О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию» и в большей степени относится к техническому заданию, а не к Информационным требованиям заказчика.

1. Системотехникой называют дисциплину, которая исследует сложные технические системы, их проектирование и эксплуатацию. Предметом системотехники является, в первую очередь, организация процесса создания, использования и развития технических систем, во вторую очередь, методы и принципы их проектирования и исследования. [↑](#footnote-ref-1)
2. Основные положения по созданию и обновлению топографических карт масштабов 1:10000, 1:25000, 1:50000, 1:100000, 1:200000, 1:500000, 1: 1000000, М.: РИО ВТС, 1984 [↑](#footnote-ref-2)