

ЭКСПЕРТНОЕ ЗАКЛЮЧЕНИЕ

на «Практическое руководство по составлению и подготовке к изданию листов Государственной гравиметрической карты Российской Федерации масштаба 1:200 000 с применением компьютерных технологий (издание первое)», 2025 г.

«Практическое руководство...» (далее везде Руководство) составлено коллективом авторов ФГБУ «Всероссийского научно-исследовательского геологического института им. А.П. Карпинского» при участии специалистов геологических организаций, выполняющих картосоставительские гравиметрические работы (руководитель рабочей группы Г.Ю. Триколиди, ответственный исполнитель Н.О. Медведев). Руководство обязательно для всех организаций и предприятий, осуществляющих составление и подготовку к изданию листов Государственной гравиметрической карты Российской Федерации масштаба 1:200 000, регламентирует их составление и подготовку к изданию.

Настоящее Руководство призвано заменить действующие ранее «Технические условия на составление и подготовку к изданию листов Государственной гравиметрической карты Российской Федерации масштаба 1:200 000 с применением компьютерных технологий, 1999 г.» и представляет собой значительно доработанную версию «Технических условий...», созданную в 2015 г., но так и не утвержденную. При этом учтены рекомендации, изложенные в «Отзыве на «Технические условия на составление и подготовку к изданию листов Государственной гравиметрической карты Российской Федерации масштаба 1:200 000 с применением компьютерных технологий (издание второе, переработанное и дополненное)» (2015), авторы И.В. Кудрявцев, Г.Ю. Триколиди.

Обновление прежних «Технических условий...» обусловлено необходимостью приведения их в соответствие с нормативно-методическими документами по региональным геолого-геофизическим работам, изменением требований к форматам представления данных, в частности, переводом на систему координат ГСК-2011, использованием более современных систем технических средств и программных продуктов, появлением дополнительных требований, предъявляемых к качеству гравиметрических съемок и рядом других факторов.

Руководство состоит из основного текста объемом 74 стр., включающем предисловие и 4 главы, 16 текстовых и 2 графических приложения. Текст, таким образом, значительным образом переформатирован в соответствии с «Едиными требованиями к составу, структуре и форматам представления в НРС Роснедра комплектов цифровых материалов листов Государственных геологических карт масштабов 1:1 000 000 и 1:200 000», так как в прежнем документе он был разбит на 8 частей.

Предисловие

В предисловии изложены основные положения «Практического руководства...», необходимость актуализации Технических условий 1999 г. (далее ТУ-99) и особенности Госгравкарты-200, составляемой по настоящему практическому руководству.

Последние заключаются, в частности в том, что настоящим Руководством закрепляется обязательное дополнение комплекта Государственной гравиметрической карты Российской Федерации масштаба 1:200 000 рядом приложений в условном уровне в масштабе 1:500 000, список которых приведен в разделе 3. Хотя во все последние годы они включались в открытые варианты комплектов Госгравкарты-200 именно в этом перечне, в прежних ТУ их составление было определено в ранге рекомендованных. Вновь введенное

приложение 16 содержит дополнительные требования к гравиметрическим съемкам и характеристики их поколений. И, наконец, весьма важным введением является подраздел 3.7, в котором регламентируется набор и форматы цифровой модели комплекта листа Госгравкарты-200.

1. Общие положения

В разделе, как и следует из наименования, приводятся общие положения и сведения о комплектации листов Госгравкарты-200, кратко резюмируя накопленный за последние десятилетия опыт картосоставительских работ. В целом глава составлена исчерпывающе, вместе с этим имеется несколько мелких замечаний.

- в п. 1.2.5 не указано, какой каталог пунктов опорной гравиметрической сети III класса имеется в виду – обычный цифровой каталог либо карточный;
- в п. 1.2.8 – для записок открытого доступа предлагается дополнить пункт обязательной унификацией написания значений gn на исходных пунктах, так как в практике встречались как приведение двух последних цифр значения, так и полное удаление их.

2. Материалы, используемые при составлении комплектов Государственной гравиметрической карты Российской Федерации масштаба 1:200 000

Раздел составлен также довольно кратко и сжато, но поскольку основные аспекты картосоставления содержатся в разделе 3, с такой формой следует согласиться. Некоторые замечания и соображения:

- в преамбуле ко второму разделу полоса перекрытия на смежных листах указана, как «не менее 6-10 км». В дальнейшем по тексту по этому пункту имеется ряд разночтений, указанных ниже, с рекомендациями рецензента;
- «густота сети пунктов наблюдений должна быть не менее 1 пункта на 10 км²». Возможно, следует уточнить – на отдельных участках листа;
- «съемка считается некондиционной, если не удовлетворяет требованиям п. 2.8». Но пункт 2.8 гласит «Материалы по изучению физических свойств горных пород района», и следующие абзацы следует озаглавить, как п. 2.9.

Согласно последующему тексту, в определение некондиционности включаются только точностные параметры. Но при этом:

- съёмка может иметь значительные по величине «окна», в особенности это касается работ 2-го поколения. Ниже идет речь о «белых пятнах», но акцент на них, как на признак некондиционности, не делается;
- гравиметрическая карта, построенная по архивным данным съёмки, может содержать большое количество т.н. «отскакивающих», или «задвоеточенных», пунктов;
- и наконец, по результатам перекрытия современными съёмками СКП отклонений ga на совмещенных и интерполированных пунктах может превышать $\pm 1,0$ и более мГал.

По мнению рецензента, эти факторы также должны быть учитываемы при определении некондиционности работ. Как предложение, считать некондиционными съёмки, имеющие «окна» в пределах территории листа размером 15% его площади и более, а также 5% «задвоеточенных» пунктов в пределах территории листа и более (на варианте карты с плотностью промежуточного слоя 2,67 г/см³);

- «При наличии площадного перекрытия съёмки новыми съёмками, последние выделяются особым знаком». Имеется следующее предложение по площадным перекрытиям старых съёмки новыми (понятия условные). Предлагаются два варианта:

а) использование только новой съемки с полным игнорированием старой, по мнению рецензента, предпочтительный вариант;

б) использование данных обеих съемок, при условии, что материалы старых съемок не ухудшают качества участка перекрытия карты, то есть их пункты не попадают в разряд «двоеточенных» и не изменяют характера проведения изоаномал;

- «необходимо строгое соблюдение условия нормального распределения среднеквадратической погрешности определения аномалий силы тяжести, вычисляемых по приложению 5. При отсутствии нормального распределения погрешности определения аномалий силы тяжести, вычисляемых по приложению 5 съемка должна быть отнесена к некондиционной».

При достаточном количестве сопоставляемых значений распределение отклонений в большинстве случаев будет близким к нормальному, но при этом СКП может достигать 1,5 мГал и более, то есть иметь один из предлагаемых признаков некондиционности.

По опыту работ рецензента 2014-2019 гг. при перекрытии съемок 1950-х гг.:

- СКП отклонений значений Δg_a в большинстве случаев превышало $\pm 1,0$ мГал, достигая $\pm 1,74$ мГал;

- количество значений отклонений, превышающих $\pm 1,0$ мГал варьировало от 17 до 51%;

- в большинстве случаев распределение отклонений было близко к нормальному, но встречались случаи и отклонений от такового.

Предлагается: по результатам перекрытия съёмки прежних лет современными, при количестве СКП отклонений более $\pm 1,0$ мГал, превышающем 20%, съёмка считается некондиционной.

3. Требования к содержанию комплектов Государственной гравиметрической карты Российской Федерации масштаба 1:200 000

В главе 3 регламентируются: содержание комплектов Государственной гравиметрической карты Российской Федерации масштаба 1:200 000, методика их создания; состав входящих в комплект обязательных и дополнительных карт и схем, а также сопровождающих документов, что определяется настоящим Руководством и геологическим (техническим) заданием, уточняющим состав подготавливаемых картографических материалов.

Глава содержит апробированные, несколько переформатированные, положения прежнего ТУ и в целом возражений не вызывает. Некоторые замечания, вопросы и дополнения:

- п. 3.1.3.1. «Если партия выполнила на данном листе небольшой объём гравиметрических определений (30 пунктов и менее рядовой сети (менее 180 кв. км) или ревизионных работ), то в таблице сведения о ней не приводятся, а в примечании под таблицей указываются: местоположение на карте этих пунктов, наименование партии, автор отчёта, год работ, количество использованных пунктов и погрешность определения значений аномалий силы тяжести».

Следует уточнить, речь идет о фактическом количестве пунктов или о вынесенных на лист в случае детального характера съёмки?

- п. 3.1.8. «Составление цифрового каталога опорных (в том числе пунктов ГГС-I, ОГС-II, ГГС-III) и рядовых гравиметрических пунктов, расположенных на площади листа и его обрамления в полосе 10 ... 12 км». Выше – обрамление в полосе 6-10 км.

Note 1: По вопросу сопряжения нормального значения поля силы тяжести (g_0) по формуле Гельмерта с системой координат ГСК-2011 на сегодняшний момент в настоящем Руководстве принято промежуточное решение определения g_0 с использованием широты пунктов гравиметрических измерений в системе СК-42. С этим подходом, хотя и несколько половинчатым, следует согласиться, как с единственно верным на настоящий момент, до тех пор, пока не будет выработан регламент расчета нормального значения силы тяжести, применимый к системе координат ГСК-2011.

- п. 3.1.12. Особо отметим внесение поправки, снимающей два взаимоисключающие утверждения из прежних ТУ «Поправка за влияние рельефа, как правило, положительная» и «Поправка за сферичность Земли не вводится», что позволяет теперь избежать всяческих кривотолков и разночтений. Но вместе с тем у рецензента имеются небольшие дополнения.

- при составлении листов Госгравкарты по ретроспективным материалам может случиться, что поправки за влияние рельефа ранее были вычислены с учетом сферичности Земли. Из собственного опыта картосоставления по архивным материалам 1960-1980-х гг., величины поправок, определенных по подобной методике, могут достигать минус 0,2 – 0,4 мГал, за счет учета поправки средней и дальней зон (30-200 км). В таких случаях, при наличии в каталогах (либо на тиражных оттисках и авторских оригиналах) отрицательных значений поправок предлагается пересчитывать их заново, полностью, в обязательном порядке;

- кроме того, следует рассмотреть правомерность и приемлемость расчетов поправок за влияние рельефа по редуцированным кривым в радиусах учета 30-200 км или 50-200 км, также ранее имевших место, и зачастую проведенным по крайне малому числу определений и без вычисления функциональной зависимости.

- п. 3.1.13. «Рекомендуемый размер ячейки матрицы от $\frac{1}{4}$ до $\frac{1}{2}$ среднего расстояния между точками (или профилями)».

Такой размер матрицы приемлем при относительно равномерной и плотной сети наблюдений. Ряд исполнителей в 1950-х – начале 1960-х гг. (например, Урал), а ГЭ № 2 (г. Иркутск) даже и в 1970-1980-х гг. использовали анизотропные, близкие к профильным, сети 3-4×1-0,5 км. В ГФЭ № 6 (г. Якутск) ряд съемок выполнялся по сети 1 пункт на 9 км², то есть 3×3 км. В этих случаях ячейка грида будет равной 0,75-1,0 км, что, безусловно, весьма разубожит картину поля. Рекомендуется апробированный размер ячейки матрицы 400-500 м, в случае нестандартной съёмочной сети возможно применения иного размера грида, с обоснованием последнего.

Отметим, что в этом же абзаце полоса обрамления указана, как не менее 6-10 км.

- п. 3.1.20. Не указано, в какой системе координат представляются гравиметрические пункты и шейп-файлы изоаномал соседних листов при составлении карты-сводки (в случае составления соседних листов в СК-42);

- п. 3.3.7. Предлагается дополнительное условие: входящие в состав Объяснительной записки геофизические карты, в частности, карта магнитного поля либо карты радиогеохимических аномалий, также должны соответствовать картам, использованным при выполнении геологической интерпретации, так как нередки случаи, когда в описании интерпретационного процесса указываются карты детальных масштабов, а к записке прилагается безликая карта на основе масштаба 1:200 000, выполненная в 1950-х гг.;

- примечание 3 к п. 3.3.7. «Схема использованного гравиметрического материала (рис.1) и гравиметрическая карта (рис.3) представляются на территорию, включающую площадь данного листа и 0,25 площади соседних листов по всем рамкам. Остальные карты и схемы представляются, по возможности, в тех же границах».

По мнению рецензента, следует руководствоваться именно этими величинами обрамления – 10' по широте и 15' по долготе, разумеется, насколько позволит наличие гравиметрических материалов.

- подраздел 3.4. «Составление гравиметрической карты с реальной плотностью промежуточного слоя и ее трансформант масштаба 1:500 000 в условном уровне».

а) не вполне удачное название. Трансформанты не карты, а поля силы тяжести. Как вариант, поменять на «Составление гравиметрической карты с реальной плотностью промежуточного слоя и трансформант поля силы тяжести масштаба 1:500 000 в условном уровне»;

б) пункт 1.2.2, а не 1.8.

- подраздел 3.5. «Составление каталога пунктов опорной гравиметрической сети III класса»

Note 2: Выражу исключительно частное мнение, отнюдь не для внесения правок представленного Руководства, скорее для обсуждения возможного изменения формата карточного каталога. Описание с ориентирами, в отсутствие детальных карт составляемое в большой степени формально, скорее всего, следует считать анахронизмом, так как в случае необходимости пункт будет отыскиваться с использованием его координат, а не ориентиров.

Зачастую карточный каталог составляется на пункты опорной сети, совмещенные с уже утраченными пунктами ГГС. Либо работы проводятся в местности, где пункты ГГС в подавляющем большинстве уже утрачены (так было, по опыту работ в Новосибирской и Омской областях в 2014-2019 гг.). При этом понятие «долговременный знак» довольно расплывчато.

- п 3.5.1. «Все пункты, включённые в этот каталог, должны быть нанесены на лист, не допускается включение в каталог пунктов, значения аномалий на которых отмечены на карте двоеточием».

Но при этом g_n может быть определено с высокой точностью, а «отскакивающее» значение обусловлено геологическими либо геоморфологическими факторами (например, холм, сложенный ископаемым льдом) и редкой сетью измерений.

Note 3: Согласно настоящему Руководству, составление гравиметрической карты масштаба 1:200 000 в условном уровне, с сечением 1 мГал, аналогично содержащемуся в главе 7 прежнего ТУ, не рекомендуется?

Подраздел 3.7. ЕЦМ (Единая цифровая модель)

Этот, довольно специфический по содержанию подраздел, отсутствующий в подобном формате в прежних ТУ, введен в настоящее Руководство впервые. В нем изложены форматы и структуры данных единой цифровой модели, предусматривающие использование возможностей ГИС для визуализации и выдачи твердых копий гравиметрических карт и для формирования цифровых массивов интерпретированной геологической информации для передачи в Федеральный фонд геологической информации (ФГБУ «Росгеолфонд», ФГИС ЕФГИ).

Мелкие замечания.

Пункт 3.7.2.1, подпункт к) гласит «<NML>grav_fact – проект карты фактического материала. На карту фактического материала выносятся гравиметрические пункты (точечный шейп-файл (X,Y)), использованные для построения грид файлов, изолинии рельефа, топоагрузка из топографической основы к проекту. Представление данного файла необходимо для оценки достоверности геолого-геофизических построений и, в

частности, достоверности выделенных аномалий, представляющих геологический интерес».

Не вполне понятный пункт. Карты фактического материала в списке обязательных графических приложений нет. Возможно, имеются в виду вспомогательные материалы.

Далее, о достоверности аномалий. Согласно «Инструкции по гравиразведке», «аномалия силы тяжести считается достоверной, если она выделена не менее, чем на трех пунктах различных звеньев...». Но, как правило, при составлении листа Госгравкарты используются архивные материалы в виде цифровых либо бумажных каталогов с общим массивом данных, естественно, не разбитых на отдельные рейсы и звенья. Задача определения достоверности аномалии, таким образом, не может быть решена по этому признаку, если только картосоставление не выполняется с использованием собственных полевых материалов.

В то же время следует отметить, что карта фактического расположения пунктов гравиметрических наблюдений необходима для контроля «ложных» аномалий, особенно в условиях анизотропных сетей.

4. Требования к оформлению и апробации Государственной гравиметрической карты масштаба 1:200 000

Как и следует из наименования раздела, в нем чётко регламентируются и унифицируются все аспекты оформления гравиметрических карт, приложений и объяснительных записок, и представляют собой скомпонованные в единый раздел все качественные и количественные параметры содержания документации из прежних ТУ, включая и неутвержденные ТУ-2015.

Поскольку все приведенные требования апробированы при составлении большого количества листов Госгравкарты, принципиальных возражений и замечаний к разделу нет.

Существенными изменениями следует считать введение системы координат ГСК-2011 и расширение объема объяснительной записки с 30 до 60-70 страниц. Последнее, безусловно, оправдано в связи с возросшими требованиями к эффективности региональных геофизических работ и повышением в связи с этим качества интерпретации гравиметрических материалов.

Небольшая неточность - п. 4.1.3. Ссылка на п. 1.8 «вариант карты с реальной плотностью промежуточного слоя» - неверно, это примечание к п. 1.2.2.

Частное предложение рецензента к п. 4.4.3 «Изоаномалы аномального гравитационного поля».

Основным сечением карт предписывается 2 мГал, и на участках повышенного качества (т.е. более крупного масштаба) 1 мГал. Предлагается в интерпретационных целях на картах локальных аномалий поля силы тяжести предоставить возможность сгущения сечения до 1 мГал, даже при сечении основных карт 2 мГал, если такое сечение будет обосновано автором, как средство подчеркивания малоамплитудных, но при этом играющих определенную роль в процессе интерпретации аномалий.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Текстовые приложения 1-15 и графические приложения идентичны приложениям из прежних ТУ и в комментариях не нуждаются. Нововведением является Приложение 16 «Категории качества (поколения) гравиметрических съемок масштаба 1:200 000», но этот

документ многократно обсуждался, корректировался и наконец, принял нынешнее содержание.

Приведенные замечания и дополнения не снижают качества и значимости рассматриваемого документа, отвечающему современным требованиям к гравиметрическому картосоставлению, необходимости увязки его нормативной базы с нормативно-практическими документами по выполнению и представлению ГК-200, появлению более эффективного программного обеспечения.

Таким образом, настоящее «Практическое руководство по составлению и подготовке к изданию листов Государственной гравиметрической карты Российской Федерации масштаба 1:200 000 с применением компьютерных технологий (издание первое)», 2025 г. с учетом высказанных замечаний и дополнений следует направить на апробацию и утверждение в Геофизическую секцию НРС «Роснедра» с последующим принятием его в качестве нормативного документа.

Ведущий инженер
Отдела геофизики
ФГБУ «ЦНИГРИ»



Ю.М. Зюзин