

На правах рукописи

Чахлова Анна Петровна



Совершенствование методики инженерно-геодезических работ
для проектирования и строительства сооружений в горной местности

25.00.32 – Геодезия

Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата
технических наук

Новосибирск – 2017

Работа выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Сибирский государственный университет геосистем и технологий» (СГУГиТ).

Научный руководитель – доктор технических наук, профессор
Уставич Георгий Афанасьевич.

Официальные оппоненты:

Столбов Юрий Викторович, доктор технических наук, профессор, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Сибирский государственный автомобильно-дорожный университет (СибАДИ)», профессор кафедры проектирования дорог;

Азаров Борис Федотович, кандидат технических наук, доцент, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова», заместитель заведующего кафедрой оснований, фундаментов, инженерной геологии и геодезии.

Ведущая организация – федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Сибирский государственный университет путей сообщения» (г. Новосибирск).

Защита состоится 21 декабря 2017 г. в 13-00 на заседании диссертационного совета Д 212.251.02 при ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет геосистем и технологий» по адресу: г. Новосибирск, ул. Плеханова, 10, ауд. 402.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке и на сайте ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет геосистем и технологий»: <http://sgugit.ru/science-and-innovations/dissertation-councils/dissertations/cechlova-anna-petrovna/>

Автореферат разослан 1 ноября 2017 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета



Е. И. Аврунев

Изд. лиц. ЛР № 020461 от 04.03.1997.
Подписано в печать 18.10.2017. Формат 60 x 84 1/16.
Печ. л. 1,00. Тираж 100 экз. Заказ
Редакционно-издательский отдел СГУГиТ
630108, Новосибирск, Плеханова, 10.
Отпечатано в картопечатной лаборатории СГУГиТ
630108, Новосибирск, Плеханова, 8.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования. В связи со значительным расширением строительства инженерных сооружений и их реконструкции в условиях горной местности встает вопрос о соответствующем их геодезическом обеспечении на всех этапах возведения: проектирования, изысканий и строительства. К таким инженерным сооружениям относятся олимпийские и горнолыжные комплексы Российской Федерации, возводимые в предгорьях Кавказа.

Строительство и реконструкция инженерных сооружений в горных условиях предъявляет повышенные требования, в том числе к качеству создания крупномасштабных топографических планов. Это связано с тем, что в условиях горной местности информация об особенностях формы участков земной поверхности в местах возведения инженерных сооружений является одной из основных составляющих в принятии решения в пользу того или иного варианта выбора трассы. Именно рельеф горной местности несет сложную функциональную нагрузку на всех этапах жизни инженерного сооружения. Особенно эта нагрузка должна учитываться на этапе проектирования и изысканий. Значительный объем строительно-монтажных работ (СМР) при наличии скальных пород требует более детального отображения рельефа местности на топографических планах, чем указано в нормативных документах, с целью более достоверного определения объема их разработки, а также для обеспечения проектных организаций дополнительными геометрическими параметрами отдельных участков этих пород. Эти дополнительные геометрические параметры позволяют, при необходимости, как на стадии проектирования, так на стадии строительства в совокупности со строительными чертежами выбрать наиболее оптимальный вариант расположения осей строящихся инженерных сооружений.

Поэтому на данном этапе от геодезического обеспечения требуется максимально возможная информация о рельефе местности. В настоящее время эта информация представляется в основном в виде крупномасштабных топографи-

ческих планов масштаба 1 : 500, а с 2012 г. – и масштаба 1 : 200, созданных различными способами. Сложившиеся в настоящее время подходы к геодезическому обеспечению проектирования, изысканий и строительства в условиях горной местности не в полной мере удовлетворяют потребностям строительного производства. Получаемая информация в виде топографических планов масштаба 1 : 500 и даже 1 : 200 не позволяет отобразить в полной мере все многообразие горных форм рельефа с учетом особенностей его детального строения и структурного состояния. Такую информацию можно получить, если выполнять отображение всех форм рельефа необходимого участка горной местности в масштабе 1 : 500 или 1 : 200 с указанием дополнительной информации. Кроме того, выполнение исполнительной съемки в масштабе 1 : 500 в горных условиях также не позволяет в полной мере отобразить ситуацию отдельных участков строительной площадки.

В связи с этим совершенствование методики инженерно-геодезических работ, в том числе, создания крупномасштабных цифровых топографических планов, а также планов исполнительной съемки для целей проектирования, изысканий, строительства и последующей эксплуатации инженерных сооружений в условиях горной местности является актуальной научно-технической задачей.

Степень разработанности темы. Значительный вклад в развитие теории и практики создания карт и планов различных масштабов на разных этапах их создания различными способами внесли Антипов И. Т., Берлянт А. М., Большаков В. Д., Баранов В. Н., Батраков Ю. К., Верещака Т. В., Витковский В. В., Гук А. П., Жалковский Е. А., Карпик А. П., Конусов В. Г., Кошкарев А. В., Кузнецов П. Н., Лебедев Н. Н., Левчук Г. П., Маслов А. В., Модринский Н. И., Неумывакин Ю. К., Селиханович В. Г., Тикуннов В. С., Чеботарев А. С., Шилов П. И., Хлебникова Т. А., Хренов Л. С. и другие.

Цели и задачи исследования. Целью исследования диссертационной работы является разработка и совершенствование методики создания крупномасштабных цифровых планов для геодезического обеспечения проектирования, изы-

сканий, строительства и эксплуатации ответственных инженерных сооружений в условиях горной местности (в том числе, олимпийских объектов в г. Сочи).

Для реализации поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- выполнить анализ существующих методик создания крупномасштабных карт и планов, а также результатов исполнительной съемки;
- разработать технологическую схему создания крупномасштабных карт и планов масштабов 1 : 500 и 1 : 200 с элементами визуализации;
- разработать технологическую схему создания цифровых инженерно-топографических планов масштаба 1 : 200 для целей изысканий и строительства сооружений, а также для проведения исполнительных съемок;
- применительно к условиям горной местности разработать методику создания цифровых вертикальных топографических планов;
- для обеспечения строительства в условиях горной местности усовершенствовать методику создания опорной геодезической сети (ОГС);
- применительно к условиям горной местности разработать условные знаки для создания топографических планов масштаба 1 : 500 и 1 : 200.

Объект и предмет исследований. Объектом исследований являются крупномасштабные карты и планы. Предметом исследований является методика создания крупномасштабных планов в условиях горной местности.

Научная новизна результатов исследования:

- в усовершенствованной методике производства инженерно-геодезических работ в условиях горной местности впервые при создании крупномасштабных топографических планов предложено использовать элементы визуализации, создавать цифровые инженерно-топографические планы, в том числе и в вертикальной плоскости, а для повышения их информативности использовать дополнительно разработанные условные знаки;
- для геодезического обеспечения создания крупномасштабных инженерно-топографических планов в условиях горной местности предложена усовершенствованная методика построения опорной геодезической сети.

Теоретическая и практическая значимость работы.

Теоретическая значимость работы заключается в обосновании необходимости и в разработке новой методики создания крупномасштабных планов для геодезического и картографического обеспечения проектирования и строительства ответственных инженерных сооружений в условиях горной местности.

Практическая значимость работы заключается в эффективности использования разработанной методики при изысканиях, проектировании и строительстве ответственных инженерных сооружений в условиях горной местности.

Методология и методы исследования. В работе использованы базовые положения методик создания крупномасштабных карт и планов. Теоретические исследования и практическая реализация полученных результатов выполнялись на научной основе с использованием методов математической статистики обработки полученных результатов. В качестве программного обеспечения для расчета точности и обработки полученных результатов использовались программные продукты Microsoft Office Excel, Credo_Dat 4.1, Trimble Geomatics Office.

Положения, выносимые на защиту:

– методика создания цифровых инженерно-топографических планов масштабов 1 : 500 и 1 : 200, которая на этапе изысканий, проектирования и строительства инженерных сооружений в условиях горной местности позволяет значительно уменьшить объем выработок скальных пород;

– усовершенствованная методика создания опорной геодезической сети, которая позволяет в горных условиях с необходимой точностью создавать исходную основу для выполнения крупномасштабных топографических съемок масштабов 1 : 500 и 1 : 200.

Соответствие диссертации паспорту научной специальности. Диссертационная работа соответствует областям исследования: 5 – Методы, технические средства и технологии геодезического обеспечения строительно-монтажных, кадастровых, землеустроительных, проектно-изыскательских, маркшейдерских, геолого-разведочных и лесоустроительных работ, освоения шельфа; монтажа,

юстировки и эксплуатации технологического оборудования; 6 – Геодезическое обеспечение изысканий, проектирования, строительства и эксплуатации крупных инженерных комплексов, в том числе гидротехнических сооружений, атомных и тепловых электростанций, промышленных предприятий, линейных сооружений. Геодезический контроль ведения технического надзора при строительстве и эксплуатации нефтегазодобывающих комплексов паспорта специальности 25.00.32 –Геодезия, разработанного экспертным советом ВАК Минобрнауки РФ по техническим наукам.

Степень достоверности и апробации результатов исследования. Методика выполнения измерений и составления топографических планов масштаба 1 : 200, в том числе вертикальных, а также создание информационной базы данных внедрены в производственный процесс при строительстве канатных дорог в горном кластере г. Сочи.

Основные научные положения диссертационной работы и результаты исследований докладывались, обсуждались и нашли положительные отклики на Международном научном конгрессе «ГЕО-Сибирь», г. Новосибирск, 19–29 апреля 2010 г.; 15–26 апреля 2013 г.; 8–18 апреля 2014 г.; 13–25 апреля 2015 г.; 17–21 апреля 2017 г.

Публикации по теме диссертации. Основные теоретические положения и результаты исследования представлены в 12 научных статьях, в том числе три статьи опубликованы в рецензируемых журналах, входящих в перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертации на соискание ученой степени кандидата наук.

Структура диссертации. Общий объем диссертации составляет 156 страниц машинописного текста. Диссертация состоит из введения, трех разделов, заключения, списка литературы, включающего 114 наименований, содержит 29 таблиц, 42 рисунка, 4 приложения.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обосновывается актуальность выбранной темы исследований, формируются задачи и цели, их новизна, практическая и теоретическая значимость, методология и методы, выполняемые при исследовании, а также основные положения, выносимые автором на защиту с приведением степени достоверности и апробации результатов этих исследований.

В первом разделе проведен анализ существующих технологий, методов и средств, применяемых при составлении крупномасштабных цифровых топографических планов масштабов 1 : 500 и 1 : 200. Рассмотрена нормативно-техническая база, регламентирующая создание цифровых топографических планов. На основании выполненного анализа сделан вывод, что на данный момент методы и средства измерений позволяют в достаточно полном объеме создавать цифровые топографические планы крупных масштабов 1 : 500 и 1 : 200. Однако, при строительстве инженерных сооружений в горной местности наполнение содержания этих цифровых топографических планов является недостаточным. Поэтому автором была поставлена научно-техническая задача разработки и внедрения нового вида цифровой топографической продукции для целей строительства в горной местности.

Во втором разделе предложена методика развития геодезического обоснования для строительства канатных дорог в условиях горной местности (г. Сочи). Данная методика была разработана исходя из требований к проектированию, строительству и эксплуатации канатных дорог, а также из особенностей производства инженерно-геодезических измерений в этих условиях.

Основными особенностями геодезических измерений в горной местности являются:

- недостаточная плотность пунктов государственной геодезической сети (ГГС) в районе строительства;
- высокая залесенность участков строительства;

- большой перепад высот (до 2 000 м) между верхними и нижними станциями канатных дорог (КД);

- ограниченный временной диапазон условий, благоприятных для выполнения измерений спутниковыми технологиями.

С учетом влияния указанных факторов была выбрана комбинированная методика развития геодезической разбивочной основы (ГРО), заключающаяся в закреплении пунктов в виде «кустов» – по три пункта у каждой опоры канатной дороги, что позволяет контролировать процессы оползания грунтов и предупредить возникновение грубых ошибок. Также, для контроля оползневых процессов, на расстоянии 10–15 м от границы производства работ на жестких контурах (выходы скальных пород) предложено закреплять светоотражающие пленки.

Для планового определения положения пунктов использовались методы спутниковых определений и полигонометрия. При этом были выявлены следующие факторы, влияющие на выполнение спутниковых определений:

- залесенная пересеченная местность, препятствующая прохождению лучей;
- горизонт спутников перекрыт горами (угол возвышения более 25°) и поэтому благоприятные условия наблюдений составляют всего 4–5 ч в сутки;
- наличие большого количества естественных отражающих поверхностей приводит к появлению многолучевости сигнала.

В третьем разделе выполнены исследования по совершенствованию методик создания цифровых топографических планов масштабов 1 : 500 и 1 : 200 в условиях горной местности. Основной целью такого совершенствования является повышение информативности содержания этих планов.

Так, для целей линейных изысканий, результаты полевых измерений предлагается дополнять элементами визуализации. В качестве элементов визуализации выступают цифровые снимки местности. Цифровые снимки рекогносцируемой местности желательно производить с мест, обеспечивающих обзорность площадки будущего проектирования расположения инженерного сооружения.

Кроме того, желательно на снимке объектов, не имеющих жестких контуров, включать опознаки, используемые при аэрофотосъемке. Данные опознаки в дальнейшем будут служить привязкой цифровых снимков, на которых можно координировать точку съемки с помощью навигационного приемника, с ошибкой порядка 3–7 м.

На рисунке 1 представлен снимок, созданный во время рекогносцировки местности в районе проектирования канатных дорог, на который были получены результаты аэрофотосъемки.

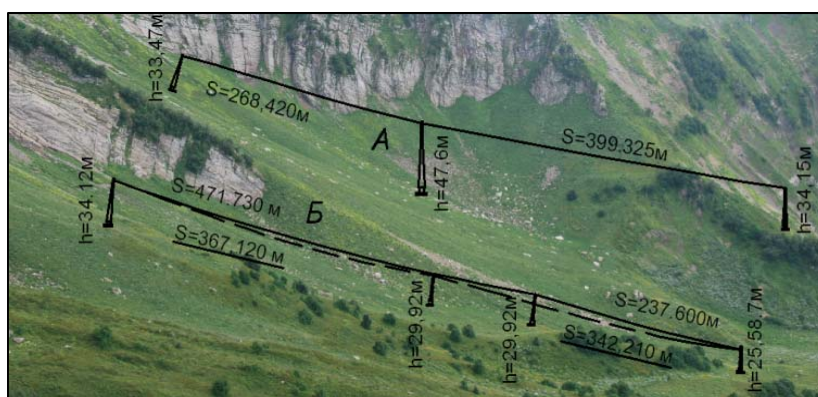


Рисунок 1 – Цифровой снимок местности с конкурирующими вариантами

Из представленного рисунка видно, что из двух представленных вариантов предпочтительным является вариант Б. Это обусловлено тем, что при использовании варианта А необходимо будет срезать породы, что негативно скажется на устойчивости грунтов и может привести к оползневым процессам конкурирующими вариантами.

При проектировании инженерного сооружения в горных условиях важным фактором является определение формы и структуры поверхности склонов или обрывов.

В большинстве случаев при разработке новых проектов строительства зданий, сооружений и инженерных сетей в основе лежат результаты выполненных геодезических изысканий. При этом, на генеральном плане все объекты нано-

Под инженерно- топографическими планами предлагается понимать цифровые планы масштабов 1 : 100 – 1 : 500 с нанесенными объектами проектирования, с указанием линейных размеров между главными осями, а также размерами от основных конструктивных элементов каждого объекта до основных форм рельефа (скальные выступы, обрывы, расщелины и т. д.). Отличительной особенностью инженерно-топографических планов является их содержание и наполнение.

Под содержанием инженерно-топографических планов необходимо понимать все объекты, отображаемые на топографическом плане, а под наполнением – дополнительную информацию по объектам в различных форматах представления.

В качестве одного из таких видов наполнения нами рекомендуется использовать цифровые снимки поверхностей склонов. В этом случае предлагаемый нами формат наполнения позволяет на этапе проектирования визуально оценить следующие состояния поверхности склона:

- показывать неоднородность поверхности;
- выявлять наличие большого количества выступов и трещин;
- предварительно оценить объем будущих земляных (скальных) работ.

Кроме горизонтальных топографических планов, автором предлагается создавать новый вид топографической продукции - вертикальные топографические планы (ВТП) масштаба 1 : 200 или 1 : 100. Сущность таких планов заключается в отображении с помощью горизонталей (или в цифровом виде) поверхности склонов или обрывов на вертикальной плоскости. Необходимость создания вертикальных топографических планов обусловлена тем, что наличие сложных форм рельефа, таких как откосы, обрывы, пещеры, расщелины, трещины порою не может быть отображено на горизонтальных топографических планах без увеличения графической нагрузки. Технологическая схема создания вертикальных топографических планов представлена на рисунке 3.

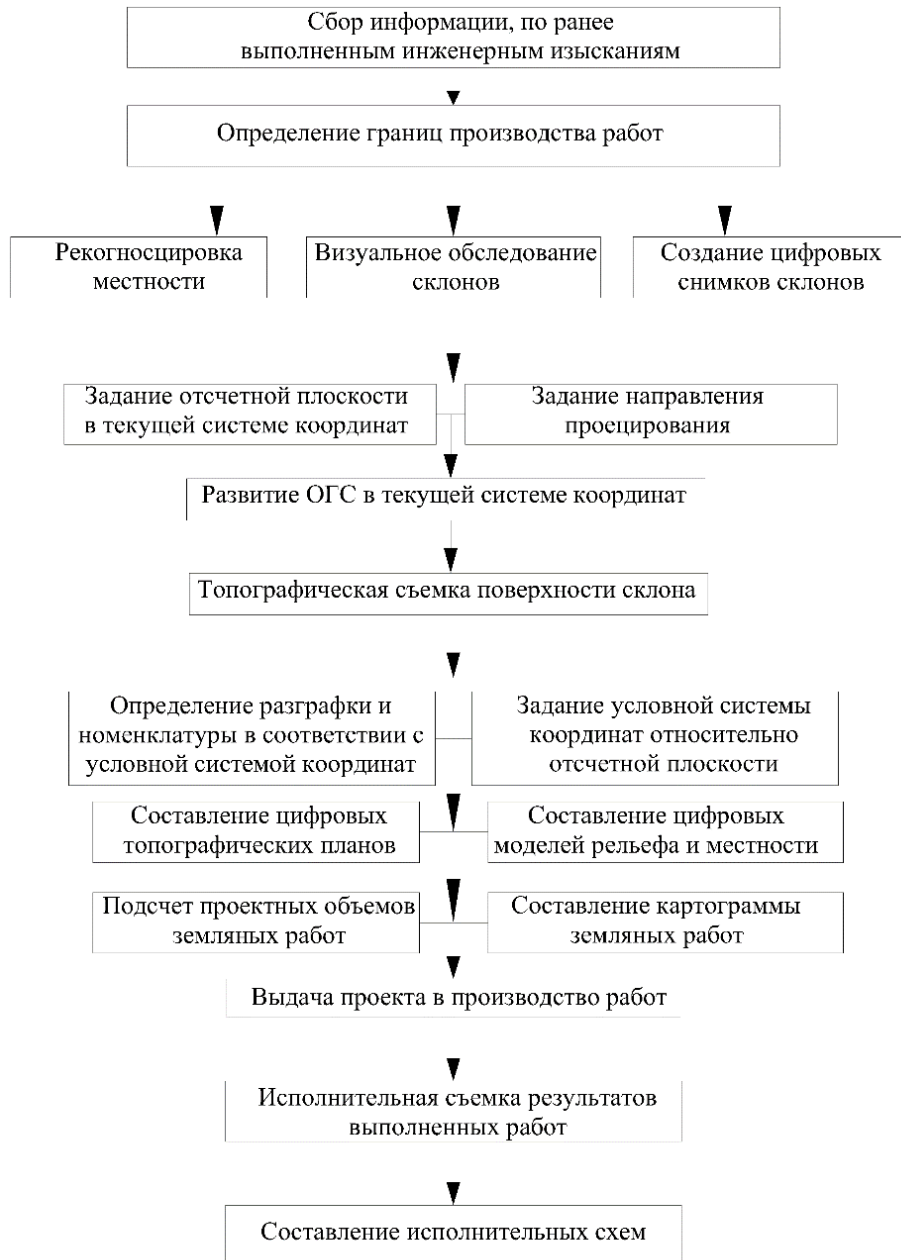


Рисунок 3 – Технологическая схема создания вертикальных топографических планов

После этого для оцифровки съемки необходимо задать условную систему координат X_0^B и Y_0^B , а также направления осей Y^B и X^B (рисунок 4). Их необходимо задать таким образом, чтобы, во избежание отрицательных координат, точки съемки лежали в первой четверти (рисунок 5). Затем для всех осей необходимо добавить верхний индекс «в», который свидетельствует о системе координат вертикальных топографических планов.

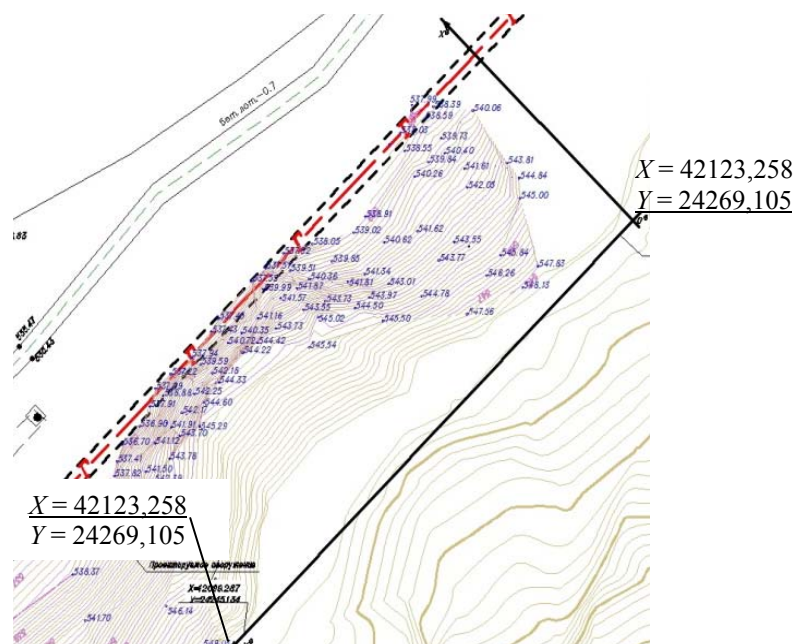


Рисунок 4 – Задание осей условной системы координат при создании вертикальных топографических планов

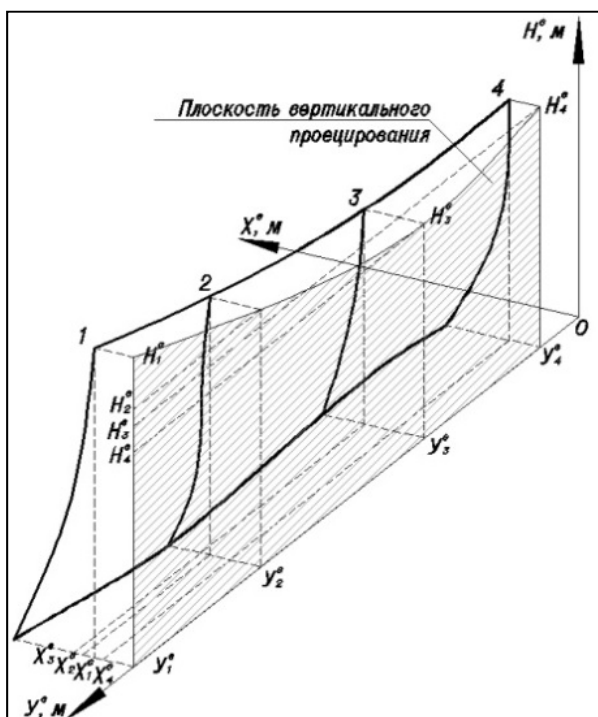


Рисунок 5 – Принципиальная схема проецирования поверхности откоса на вертикальную плоскость в условной системе координат

Ось H^B задается таким образом, чтобы она дополняла систему координат до правой и совпадала с осью H исходной системы координат, что позволит исключить дополнительные пересчеты высотных отметок и возможное появление сопутствующих ошибок.

Для преобразования координат необходимо перейти из местной системы прямоугольных координат в условную систему координат ВТП.

Такое преобразование производится по уже известной методике, и оно состоит из двух этапов: переноса начала координат в новую точку отсчета и поворота системы координат.

Так для переноса необходимо к компонентам вектора $r_{СК_{исх}}$ добавить вектор по формуле

$$T = (T_x, T_y, T_z)^T, \quad (1)$$

начала координат системы СК^В в исходной системе координат по формуле

$$r_{СК}^B = r_{СК_{исх}} + T. \quad (2)$$

После перемещения производится операция поворота по формуле

$$r_{СК}^B = R \cdot r_{СК_{исх}}, \quad (3)$$

где R – матрица поворота размером 3×3 . Каждый элемент матрицы представляет собой косинус углов между осями до и после поворота, который записывается в виде выражения

$$R = \begin{bmatrix} \cos(X^6, X_{исх}) & \cos(X^6, Y_{исх}) & \cos(X^6, Z_{исх}) \\ \cos(Y^6, X_{исх}) & \cos(Y^6, Y_{исх}) & \cos(Y^6, Z_{исх}) \\ \cos(Z^6, X_{исх}) & \cos(Z^6, Y_{исх}) & \cos(Z^6, Z_{исх}) \end{bmatrix}. \quad (4)$$

Так как ось H^B сохраняет свое направление с осью H , то матрица примет вид формулы

$$R = \begin{bmatrix} \cos(X^6, X_{исх}) & \cos(X^6, Y_{исх}) & 0 \\ \cos(Y^6, X_{исх}) & \cos(Y^6, Y_{исх}) & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}. \quad (5)$$

Для однозначного установления расположения ВТП на вертикальной плоскости, также как и горизонтальных планов, необходимы разграфка и номенклатура, которые должны быть привязаны к исходной системе координат. Поэтому для идентификации номенклатуры вертикального топографического плана предлагается ввести верхний индекс «в» к номенклатуре листа, к которому относится участок ВТП, например 7-В-12-25^в.

В связи с тем, что ВТП является проекцией на фронтальную плоскость, данной номенклатуры недостаточно для однозначного определения плоскости

ВТП на местности. Это обусловлено тем, что на данном листе существует бесконечное множество различных вариантов расположения вертикальных плоскостей. Поэтому, для конкретизации положения координирования ВТП на листе, необходимо помещать обзорный план, на котором будет обозначена привязка крайних точек линии, образованной пересечением двух плоскостей: вертикальной плоскости проецирования и земной поверхности. Данную задачу можно решить несколькими способами. Одним из них является указание координат точек заданной линии (в заданной системе) непосредственно на обзорном плане. Также можно указывать промеры относительно жестких контуров местности с известными координатами до заданной плоскости проецирования. Третьим способом является указание координат линии пересечения плоскости ВТП и горизонтального плана за номенклатурой листа в скобках. При этом в качестве разделителя координат разных точек предлагается использовать знак «;», а в качестве разделителя координаты одной точки – знак «/». В этом случае первой указывается координата X , второй – координата Y (например: 12123,268/24269,105; 12099,287/24245,134). Необходимо отметить, что данные координаты указываются в исходной системе координат для однозначного определения участка ВТП на местности.

Завершающим этапом создания ВТП является отображение рельефа на ВТП методом изолиний или методом изолиний в сочетании с сеткой квадратов.

Метод изолиний аналогично горизонталям позволяет оценивать расстояние до каждой съемочной точки от плоскости проецирования (рисунок 6).

Для уменьшения загрузки на ВТП автором рекомендуется использовать построение изолиний в совокупности с сеткой квадратов. При этом в совокупности с отображением изолиний в центре каждого квадрата указывается среднее расстояние от плоскости отсчета участка поверхности данного квадрата. Шаг сетки квадратов в таком случае задается в соответствии с характером поверхности склона (рисунок 7).

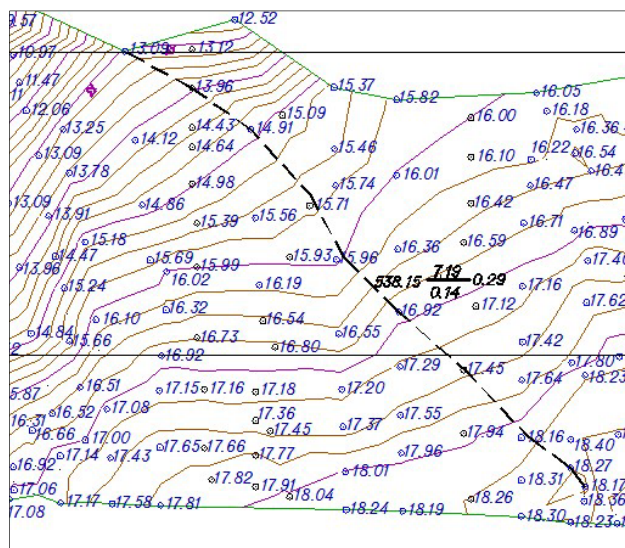


Рисунок 6 – Отображение поверхности склона при помощи
изолиний и дополнительных условных знаков

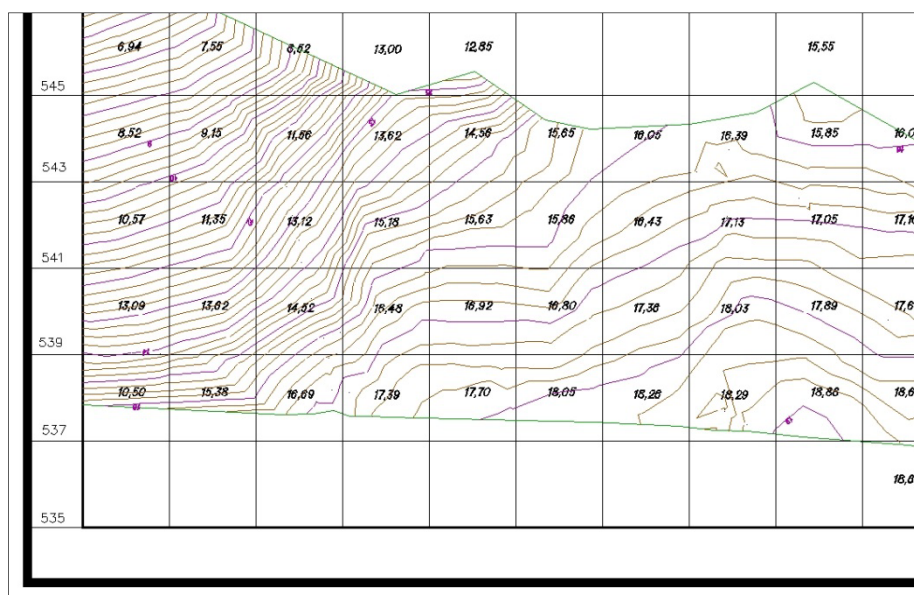


Рисунок 7 – Фрагмент вертикального топографического плана
масштаба 1 : 200, изображенный с помощью изолиний и сетки квадратов

Так, если поверхность склона имеет ярко выраженные выступы, впадины, расщелины и их число более 70 %, то сетку квадратов рекомендуется принимать с шагом 2×2 м. При наличии характерных особенностей склона (около 50 %) сетку рекомендуется задавать с шагом 4×4 м, а при меньшем процентном соотношении сетку квадратов можно принимать размером 5×5 м.

С целью повышения полноты отображения всей необходимой информации при составлении инженерно-топографических планов, а также топографических планов крупных масштабов 1 : 200 и крупнее для условий горной местности, автором работы дополнительно были разработаны условные знаки с добавлением элементов визуализации. Так, в существующих условных знаках нет обозначений трещин, отвесов с отрицательным уклоном, различных карстовых образований. Поэтому на основе уже существующих обозначений обрывов, откосов, вымоин с целью увеличения информативности топографических планов крупного масштаба в горной местности автором были разработаны дополнительные условные обозначения.

Для расщелин, трещин и подобных линий рельефа и ситуации предлагается ввести дробь, где в числителе указывается максимальная ширина обрыва / навеса в метрах на данном участке, в знаменателе – высота обрыва до сотых долей метра. При протяженных участках характеристику проставлять через 5–8 см плана. Перед дробью рекомендуется писать сокращение *отр.*, что будет говорить о том, что склон является нависающим и имеет отрицательный уклон. С помощью штриховой линии с равными размерами штриха и пробела 2–2,5 мм черным цветом предлагается обозначать основание склона. Также необходимо указывать горизонтали, проходящие по верхней площадке нависающего склона. Пример условного обозначения нависающего склона представлен на рисунке 8. При этом на боковой поверхности навесов, откосов могут находиться трещины. Поэтому данные образования также желательно отображать на топографическом плане.

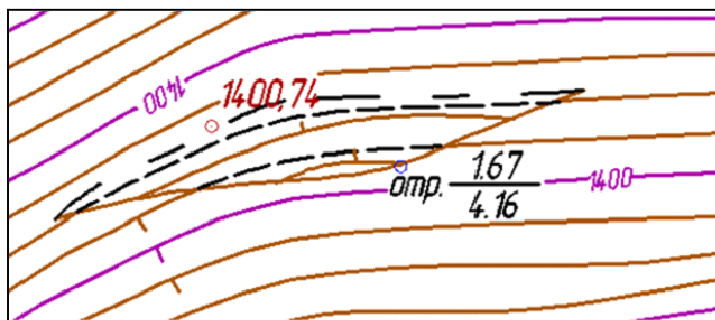


Рисунок 8 – Обозначение обрыва с отрицательным уклоном

Одним из вариантов возможного планового отображения положения трещин на вертикальной поверхности, нависающих склонах, откосах с отрицательным уклоном является нанесение утолщенной штриховой линии с размером штриха 1,5 мм, разрывом 1,0 мм коричневого цвета горизонтальной проекции трещины в плане. Рядом с данной линией подписываются характеристики в виде дроби: слева от дроби – отметка низа трещины, в числителе – протяженность трещины, в знаменателе – глубина трещины, справа от дроби – средняя ширина трещины до сотых долей метра. Варианты отображения трещин на нависающих склонах и откосах с отрицательным уклоном приведены на рисунках 9–12.

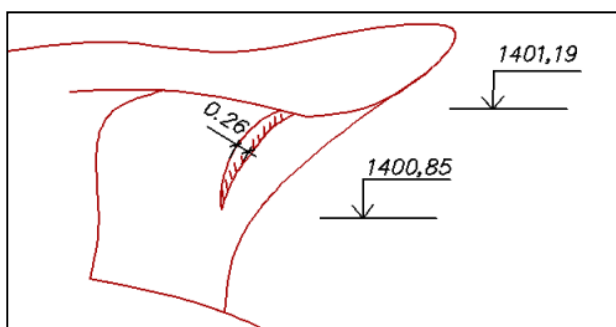


Рисунок 9 – Изображение расщелины на откосе с отрицательным уклоном

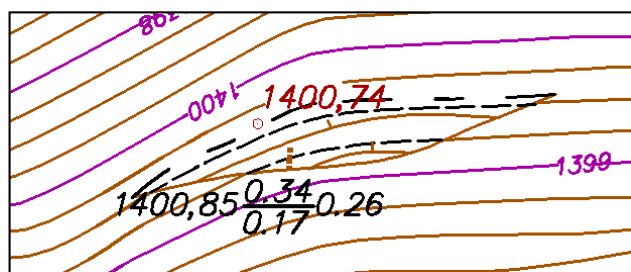


Рисунок 10 – Условное обозначение вертикальных расщелин для откосов с отрицательным уклоном на топографическом плане

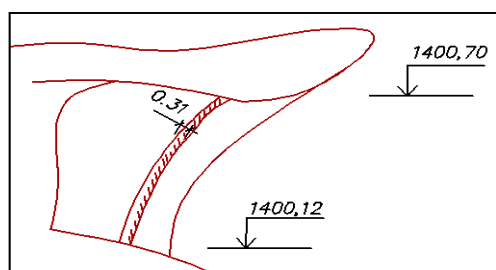


Рисунок 11 – Изображение расщелины на протяжении всего откоса с отрицательным уклоном

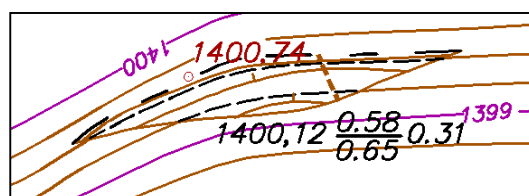


Рисунок 12 – Условное обозначение вертикальных расщелин на протяжении всего откоса с отрицательным уклоном на топографическом плане

Так как на боковой поверхности навесов/откосов могут находиться трещины, то в связи с этим желательно также отображать данные образования на топографическом плане.

Одним из вариантов возможного планового отображения положения трещин на вертикальной поверхности нависающих склонов / откосов с отрицательным уклоном является нанесение утолщенной штриховой линии с размером штриха 1,5 мм, разрывом 1,0 мм коричневого цвета горизонтальной проекции трещины в плане.

Для склонов с положительным уклоном рекомендуется аналогичное условное обозначение с тем отличием, что линия является сплошной утолщенной. Пример изображения трещины на склоне с положительным уклоном представлен на рисунках 13, 14.

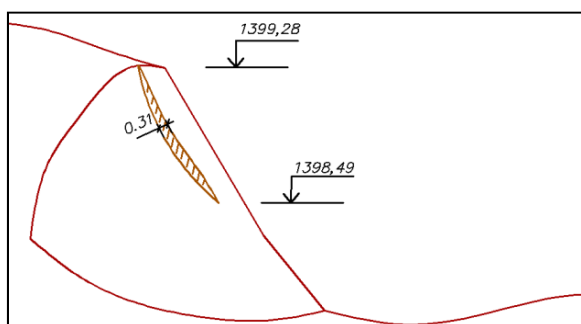


Рисунок 13 – Изображение расщелины на откосе с положительным уклоном

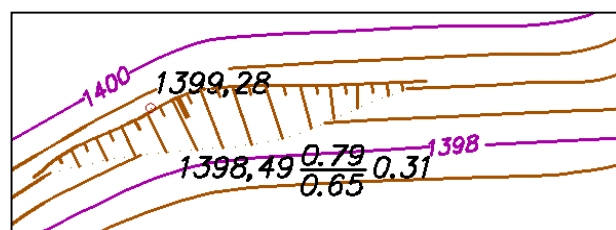


Рисунок 14 – Условное обозначение вертикальных расщелин на откосе с положительным уклоном на топографическом плане

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В итоге выполнения диссертационного исследования получены следующие основные научные и практические результаты, которые состоят в следующем:

– в результате анализа существующих методик создания крупномасштабных карт и планов, а также исполнительных съемок установлено, что для условий проектирования инженерных сооружений в горной местности информативность картографической продукции является недостаточной;

– для детального изображения рельефа обоснована необходимость и разработана технологическая схема создания крупномасштабных планов масштабов 1 : 500 и 1 : 200 с элементами визуализации (с использованием неметрических цифровых камер), специальными условными знаками и проекцией изображения на вертикальную поверхность. Предложенные технологические решения существенным образом повышают информативность топографических планов, что позволяет оптимизировать ресурсные затраты при изысканиях, проектировании и строительстве инженерных сооружений в горной местности;

– разработана технологическая схема создания нового вида топографической продукции – инженерно-топографических планов масштаба 1 : 200, предназначенных для целей проектирования, строительства, а также проведения исполнительных съемок, что позволяет оптимизировать расположение конструктивных элементов строительных конструкций при их проектировании и строительстве в условиях горной местности;

– для условий горной местности разработана методика создания нового вида топографической продукции – вертикальных топографических планов масштаба 1 : 200, позволяющая детально отображать поверхность скал и обрывов для целей проектирования расположения основных осей инженерного сооружения, а также увеличить точность подсчета объема работ при разработке скальных пород в период строительства;

– усовершенствована методика создания опорной геодезической сети в условиях горной местности, позволяющая создать исходную основу для выполнения крупномасштабного картографирования, которая необходима для оптимального размещения инженерного сооружения.

Результаты выполненных исследований и разработок были внедрены при проектировании и строительстве олимпийских горнолыжных комплексов в городе Сочи.

Таким образом, цель диссертационной работы достигнута, поставленные научно-технические задачи решены.

Перспективы дальнейших исследований должны быть направлены на повышение информативности топографических планов масштаба 1 : 500 и 1 : 200 в условиях горной местности с целью детального отображения на них расщелин и трещин путем указания их глубины, что позволит учитывать данный параметр при проектировании расположения основных осей инженерного сооружения.

В перспективе результаты исследований целесообразно рекомендовать к использованию в существующих нормативных документах, регламентирующих создание цифровых топографических планов и карт, необходимых для картографического обеспечения строительства инженерных сооружений.

СПИСОК НАУЧНЫХ РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ АВТОРОМ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1 Пошивайло, Я. Г. Создание топографо-информационной системы для целей проектирования инженерных сооружений в горных условиях [Текст] / Я. Г. Пошивайло, А. П. Чахлова, Г. А. Уставич // Геодезия и картография. – 2013. – № 3. – С. 17–21.

2 Чахлова, А. П. Методика создания вертикальных топографических планов для горной местности [Текст] / А. П. Чахлова // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2015. – № 1. – С. 29–33.

3 Уставич, Г. А. Создание инженерных топографических планов для проектирования объектов в горной местности [Текст] / Г. А. Уставич, А. П. Чахлова, Я. Г. Пошивайло // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2015. – № 5/С. – С. 183–188.

4 Пошивайло, Я. Г. Повышение информативности топографических планов путем применения растровых баз данных [Текст] / Я. Г. Пошивайло, А. В. Радченко, А. П. Чахлова // ГЕО-Сибирь-2010 : Междунар. науч. конгр. «ГЕО-Сибирь-2010», 19–29 апр. 2010 г. : Междунар. науч. конф. «Геодезия,

геоинформатика, картография, маркшейдерия» : сб. материалов – Новосибирск : СГГА, 2010. – Т. 1, ч. 1. – С. 69–74.

5 Кошелев, В. А. Особенности развития геодезической разбивочной основы в условиях горной местности [Текст] / В. А. Кошелев, К. С. Карлин, А. П. Чахлова // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2013 : IX Междунар. науч. конгр., 15–26 апр. 2013 г., Новосибирск : Междунар. науч. конф. «Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия» : сб. материалов в 3 т. – Новосибирск : СГГА, 2013. – Т. 1. – С. 87–92.

6 Кошелев, В. А. Инженерно-геодезическое сопровождение строительства канатных дорог [Текст] / В. А. Кошелев, К. С. Карлин, А. П. Чахлова // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2014 : X Междунар. науч. конгр., 8–18 апр. 2014 г., Новосибирск : Междунар. науч. конф. «Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия» : сб. материалов в 2 т. – Новосибирск : СГГА, 2014. – Т. 1. – С. 110–115.

7 Чахлова, А. П. Вертикальные топографические планы [Текст] / А. П. Чахлова // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2014 : X Междунар. науч. конгр., 8–18 апр. 2014 г., Новосибирск : Междунар. науч. конф. «Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия» : сб. материалов в 2 т. – Новосибирск : СГГА, 2014. – Т. 1. – С. 116–120.

8 Уставич, Г. А. Создание инженерных топографических планов для проектирования объектов в горной местности [Текст] / Г. А. Уставич, А. П. Чахлова, Я. Г. Пошивайло // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2015 : XI Междунар. науч. конгр., 13–25 апр. 2015 г., Новосибирск : Междунар. науч. конф. «Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия» : сб. материалов в 2 т. – Новосибирск : СГУГиТ, 2015. – Т. 1. – С. 52–59.

9 Кулага, И. И. О необходимости создания текущих дежурных планов площадки строительства в условиях горной местности [Текст] / И. И. Кулага, А. П. Чахлова // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2015 : XI Междунар. науч. конгр., 13–25 апр. 2015 г., Новосибирск : Междунар. науч. конф. «Геодезия, геоинфор-

матика, картография, маркшейдерия» : сб. материалов в 2 т. – Новосибирск : СГУГиТ, 2015. – Т. 1. – С. 60–63.

10 Радченко, А. В. Создание растровой базы данных для пояснения и уточнения содержания топопланов [Текст] / А. В. Радченко, А. П. Чахлова // Сборник научных трудов аспирантов и молодых ученых Сибирской государственной геодезической академии [Текст] / под общ. ред. Т. А. Широковой. – Новосибирск : СГГА, 2010. – Вып. 7. – С. 105–109.

11 Чахлова, А. П. Применение цифровых вертикальных топографических планов для определения объемов работ в условиях горной местности [Текст] / А. П. Чахлова // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2016 : XII Междунар. науч. конгр., 18–22 апр. 2016 г., Новосибирск : Междунар. науч. конф. «Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия» : сб. материалов в 2 т. – Новосибирск : СГГА, 2016. – Т. 1. – С. 59–64.

12 Чахлова, А. П. Создание вертикальных топографических планов с целью обеспечения инженерной защиты склонов [Текст] / А. П. Чахлова // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2017 : X Междунар. науч. конгр., 17–21 апр. 2017 г., Новосибирск : Междунар. науч. конф. «Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия» : сб. материалов в 2 т. – Новосибирск : СГГА, 2017. – Т. 1. – С. 105–108.