

УДК 528.92:528.48

DOI 10.33764/2411-1759-2024-29-1-30-44

Современные методы и средства сбора и обработки геопространственных данных при ведении генерального плана промышленных площадок

В. Г. Сальников^{1*}, С. Р. Горобцов¹, Н. А. Кирилов¹

¹ Сибирский государственный университет геосистем и технологий, г. Новосибирск,

Российская Федерация

*e-mail: salnikov@ssga.ru

Аннотация. В процессе строительства 9-го энергоблока парогазовой установки ПГУ-420МВт действующей Серовской ГРЭС, при формировании отчетной документации и постановке новых зданий, сооружений, технических коммуникаций на баланс города Серова был необходим генеральный план промышленной площадки. Цель статьи – подробно описать методику выполнения инженерно-геодезических работ при создании генерального плана промышленных площадок. Для достижения поставленной цели был выполнен сбор и обработка геопространственных данных в специализированном программном обеспечении «КРЕДО ДАТ» и nanoCAD GeoniCS. В статье расписаны все этапы создания генерального плана промышленных площадок. В программном комплексе «КРЕДО ДАТ» был спроектирован полигонометрический ход, а также проведено уравнивание и оценка точности полевых измерений, которые показали, что точность сходимости пунктов планово-высотной основы (ПВО) удовлетворяет требованиям к выполнению съемок для составления исполнительного генплана. В системе автоматизированного проектирования nanoCAD GeoniCS была выполнена камеральная обработка полевых измерений, а также отрисовка исполнительного генплана с соблюдением условных знаков для топографических планов. Данный программный комплекс отлично показал себя как отечественная замена ушедшим с российского рынка программ AutoCAD и Civil 3D. Полученные результаты показали, что отечественные программные комплексы подходят для камеральной обработки полученных данных для решения различных задач на промышленных объектах.

Ключевые слова: исполнительный генеральный план, исполнительная съемка, исполнительная геодезическая схема, геодезические работы, геодезическое программное обеспечение, системы автоматизированного проектирования, проектирование, строительство, «КРЕДО ДАТ», nanoCAD GeoniCS

Введение

Исполнительный генеральный план составляют по результатам исполнительных съемок законченных зданий и сооружений комплексного объекта или промышленных предприятий.

Для составления генеральных планов используются геопространственные данные, которые привязываются к конкретному местоположению объектов в определенной системе координат.

Для выполнения сбора геопространственных данных необходимо использовать следующие современные методы: тахеометрическая съемка, лазерное сканирование, а также дистанционное зондирование Земли.

В настоящее время геопространственные данные можно использовать для дополнен-

ной реальности при визуализации готовых инженерных решений [1].

Для обработки геопространственных данных используют специализированные программы: системы автоматизированного проектирования (САПР) и геоинформационные системы (ГИС). В России самыми востребованными САПР для автоматизации проектно-изыскательских работ являются программные продукты компании Autodesk (США): AutoCAD/Civil 3D [2, 3], а также программный продукт компании «Нанософт разработка» (Россия) – nanoCAD GeoniCS. Но, из-за введения санкций и ухода с российского рынка компании Autodesk у пользователей Civil 3D осталась только одна достойная альтернатива САПР – nanoCAD GeoniCS, которая активно используется в области геодезии и землеустройства, изысканий и генплана,

проектирования и моделирования инженерных коммуникаций, а также линейно-протяженных объектов [4].

Строительство крупных комплексов, как правило, продолжается несколько лет, в течение которых постоянно уточняется, дополняется и изменяется проектная документация. В этих условиях возникает необходимость в систематическом обновлении исполнительной документации, позволяющей оперативно снабжать геодезическими данными производителей строительных работ. Для этой цели ведется оперативный исполнительный генеральный план.

Кроме того, возникает необходимость дополнительно иметь информацию об объемах, выполненных на определенную дату строительства по всем отдельным объектам строительства. С этой целью составляют дежурный генеральный план.

В отличие от оперативного на этот генплан наносят все возводимые здания и сооружения и условными знаками показывают стадию строительных работ. Окончательный исполнительный генеральный план составляют после завершения строительства. На этот план наносят все построенные по проекту здания и сооружения, которые сдают в эксплуатацию. План составляется на основании материалов исполнительных съемок, выполняемых по мере возведения объектов.

Комплект окончательного исполнительного генплана состоит:

- из сводного генерального плана в масштабах 1 : 1 000 – 1 : 2 000, а для особо крупных объектов – 1 : 5 000;
- генпланов отдельных объектов в масштабах 1 : 200 – 1 : 500;
- специализированных исполнительных планов коммуникаций, дорог, линий электропередачи, связи и т. п.;
- вспомогательной пояснительной документации.

Главной особенностью съемок для составления исполнительного генерального плана, отличающей их от съемок при изысканиях, является координирование большого числа точек, определяющих фактическое положение основных элементов зданий и сооружений на местности.

Цели и задачи

Далее рассмотрено ведение и составление исполнительного генерального плана строительства 9-го энергоблока парогазовой установки ПГУ-420МВт действующей Серовской ГРЭС.

Расположение объекта: Свердловская область, г. Серов, ул. Пристанционная, 1, промплощадка Серовской ГРЭС (рис. 1).



Рис. 1. Общий вид Серовской ГРЭС

Цель геодезических работ на объекте: получение плана, отображающего расположение построенного, реконструированного объекта капитального строительства, расположение сетей инженерно-технического обеспечения в границах земельного участка и планировочную организацию земельного участка в соответствии с п. 8 ст. 52 Градостроительного кодекса РФ [5].

Задачи:

- топографическая съемка площадки строительства энергоблока;
- создание плана, отображающего расположение построенного, реконструированного объекта капитального строительства, расположение сетей инженерно-технического обеспечения в границах земельного участка и планировочную организацию земельного участка.

Основные виды работ были разделены на этапы согласно техническому заданию (табл. 1).

Таблица 1

Ведомость объемов работ

№ п/п	Наименование работ	Примечание
1	Топографическая съемка площадки строительства масштаба не менее 1 : 1 000 (15,9 га)	Отметки пунктов опорной геодезической сети, выдает заказчик
1.1	Обследование наружных сетей: В1 – хозяйственно-питьевой водопровод; В2 – противопожарный водопровод; К1 – бытовая канализация; К2 – промливневая канализация; ЦВ – циркуляционные	
	Подземные коммуникации: – глубина заложения; – отметки верха колодца или камеры). Наземные трубопроводы: – отметка верха трубы	Материал и диаметр трубопроводов, предоставляет заказчик
1.2	Обследование сооружений	
	Баки (в 4 точках окружности): – отметка низа бака	Указать объем бака. Пример: V–5 000 м ³
	Эстакады: – отметка низа и верха колонн	
	Мачты: – отметки опорной части; – высота мачты	
	Ограждение: – ж/б ограждения (отметка верха ограждения по углам поворота); – ограждения металлические (контуром, в плане)	
	Железнодорожный путь: – отметки головки рельса; – стрелочный перевод (принятыми условными обозначениями)	
	Противопожарные резервуары: – отметки по контуру обваловки; – отметки верха колодцев	2 × 500 м ³ (условно показать контур резервуаров)
	Очистные сооружения: – отметки верха колодцев; – отметки по углам наземных контейнеров	Подписать наименование. Условно показать контур подземного резервуара

№ п/п	Наименование работ	Примечание	
1.3	Обследование зданий		
	– Отметки по углам зданий, верх отмотки; – отметки пандусов, входов в подвал	Указывать этажность здания и его наименование. Пример: <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td style="text-align: center;">5Н Здание АБК</td> </tr> </table> 5 – этажность (предоставляет заказчик); Н – нежилое (ко всем зданиям)	5Н Здание АБК
5Н Здание АБК			
1.4	Автотрансформатор связи, резервный трансформатор СН, пристанционный узел, порталы КРУЭ: – контуром по ограждению площадок	Внутри ограждения геодезические работы не проводить. Подписать наименование	
1.5	Автодороги и площадки, тротуары: – отметки по оси дороги на перекрестках; – отметки тротуара на пересечениях с дорогами и площадками; – отметки площадок по контуру по характерным точкам	Подписать верхнее покрытие (асф., бет.)	
2	Уравнивание опорной геодезической сети для строительства с опорной сетью для производства наблюдения за осадками и деформациями ЗИС	Составить каталог координат (ведомость) в 2 экз.	
3	Составление плана (схемы), масштаба не менее 1 : 1 000 (1 лист)	Не менее 3 экз. на бумажном носителе + электронный вид в программе nanoCAD	

Работы выполнялись в строительной системе координат, принятой для Серовской ГРЭС, местной системе координат г. Серова, а также в Балтийской системе высот.

В соответствии с техническим заданием, комплекс работ по созданию исполнительной топографической съемки объекта и инженерных сетей после окончания строительства в ходе реализации проекта «Территория Серовской ГРЭС. Строительство энергоблоков ПГУ-420 (ст. № 9.10) с выделением первого пускового комплекса – энергоблок ст. № 9», был разделен на шесть этапов.

1. Подготовительные работы (сбор проектной документации; анализ исполнительных схем; доставка геодезического оборудования до объекта).

2. Рекогносцировка и анализ плано-высотной основы (очистка от снежного покрова кустовых реперов).

3. Ступение плано-высотной основы в виде отражающих пластин.

4. Топографические съемки территории строительства энергоблока ПГУ-420 (ст. № 9.10) масштаба 1 : 1 000:

- баки;
- эстакады;
- мачты;
- ограждения;
- автодороги, бордюры, площадки, тротуары;
- отмотка зданий и сооружений, входы в подвалы и пандусы;
- здания;
- автотрансформаторы связи.

5. Составление топографического плана масштаба 1 : 1 000 по результатам завершения 4-го этапа.

6. Выдача результатов.

Выполнение этапов работ

Первый этап. Подготовительные работы. На данном этапе был выполнен сбор про-

ектной документации на строительство или реконструкцию объекта, а также производился анализ исполнительных схем. Фрагмент проектного генплана приведен на рис. 2.

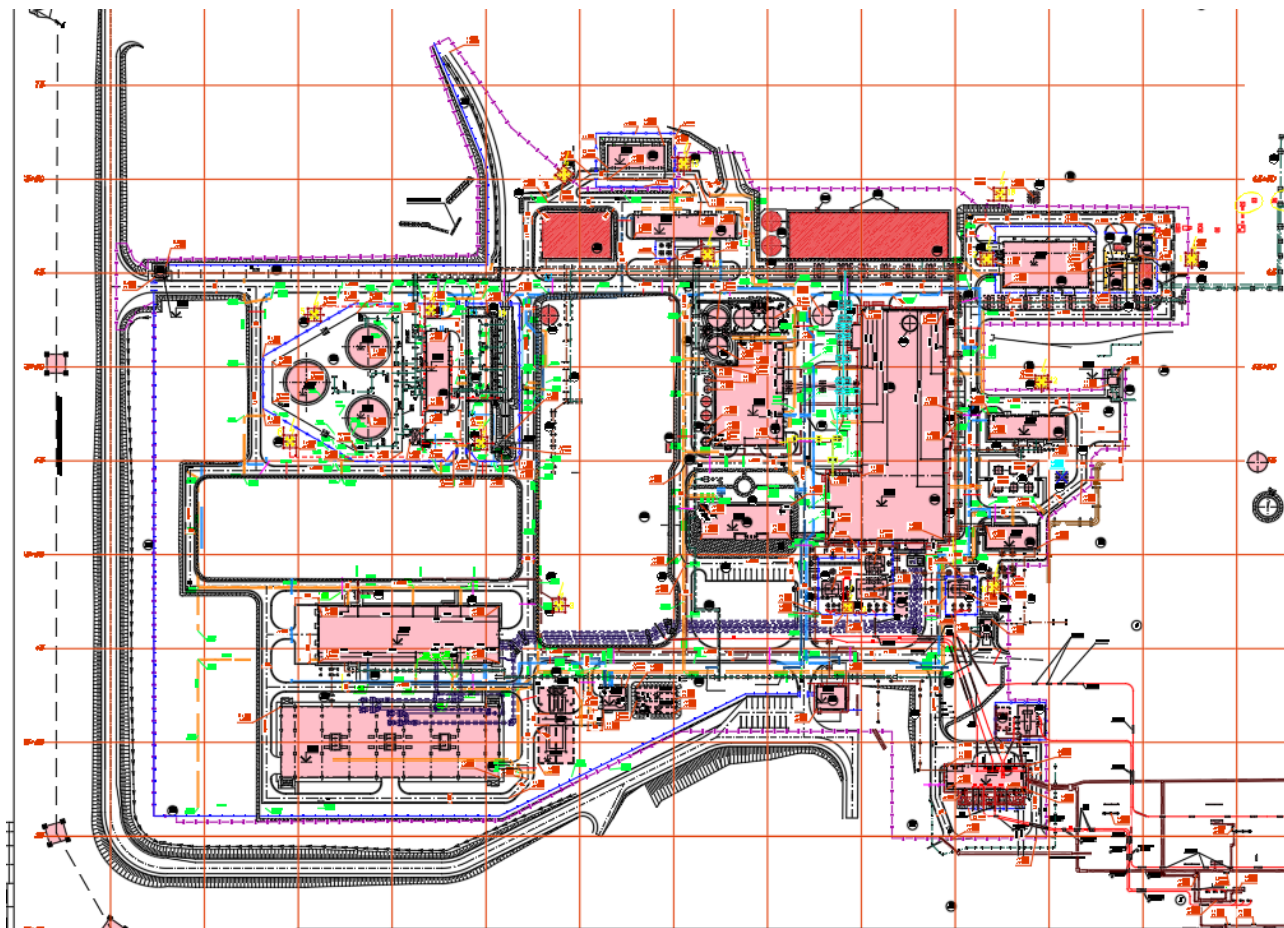


Рис. 2. Фрагмент проектного генерального плана

В период выполнения основных строительно-монтажных работ при возведении объектов, расположенных на промплощадке, подрядные организации должны соблюдать их проектные параметры. Вынос в натуру технологических трубопроводов и коммуникаций должен быть в проектных координатах, согласно проектному генплану, но в процессе разбивочных работ возможны отступления от проекта. Вследствие этого ситуационный генплан будет отличаться от проектного генплана. Это является основной задачей ситуационного генплана (создание плана, отображающего расположение построенного, ре-

конструированного объекта капитального строительства, расположение сетей инженерно-технического обеспечения в границах земельного участка и планировочная организация земельного участка).

Второй этап. Рекогносцировка и анализ плано-высотной основы. Данный этап включает в себя рекогносцировку имеющихся геодезических пунктов плано-высотной основы (ПВО) и ее анализ.

На данном этапе была проведена работа по очистке от снежного покрова пунктов ПВО и приведение их в рабочее состояние (рис. 3, а).



а)



б)

Рис. 3. Общий вид геодезического пункта:

а) очистка от снежного покрова пунктов ПВО; б) станция с отражающими призмами

После этого с помощью дополнительного геодезического оборудования в виде станций с отражающими призмами (рис. 3, б) были проложены ходы полигонометрии 4-го класса по трем кустовым реперам.

Полигонометрические сети 4-го класса, 1-го и 2-го разрядов создаются в виде отдельных ходов или систем ходов. Отдельный ход полигонометрии должен опираться на два исходных пункта (рис. 4).

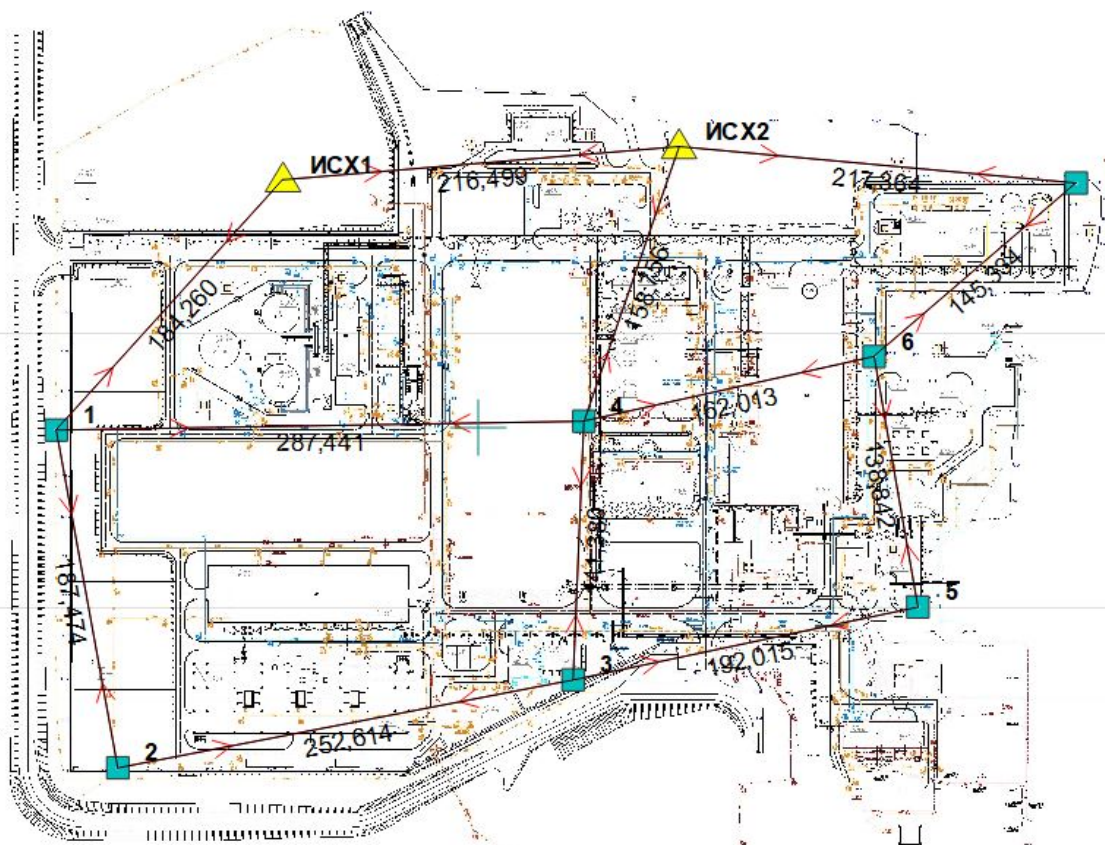


Рис. 4. Схема полигонометрического хода

Схема полигонометрического хода была спроектирована в специализированном программном комплексе «КРЕДО ДАТ».

Программный комплекс «КРЕДО ДАТ» позволяет выполнять камеральную обработку геодезических измерений [6], а также результатов постобработки спутниковых измерений разных классов точности в выбранной системе координат с возможностью учета модели геоида и комплекса редуccionных поправок.

Кроме того, в «КРЕДО ДАТ» можно выполнять различные геодезические построения [7].

Следует отметить, что «КРЕДО ДАТ» включен в единый реестр российских программ для ЭВМ и баз данных Минкомсвязи РФ.

Полигонометрические сети 4-го класса, 1-го и 2-го разрядов, развиваемые на площадях предприятий промышленного строительства, должны удовлетворять требованиям, приведенным в табл. 2.

Таблица 2

Требования полигонометрической сети 4-го класса, 1-го и 2-го разрядов

Показатели	1-й класс	1-й разряд	2-й разряд
Предельная длина хода, км:			
– отдельного;	10	5	3
– между исходной и узловой точкой;	7	3	2
– между узловыми точками	5	2	1,5
Предельный периметр полигона, км	30	15	9
Длины сторон хода, км:			
– наибольшая;	2,00	0,80	0,35
– наименьшая;	0,25	0,12	0,08
– оптимальная	0,50	0,30	0,20
Число сторон в ходе не более	15	15	15
Относительная ошибка хода, не более	1 : 25 000	1 : 10 000	1 : 5 000
Средняя квадратическая ошибка измерения угла (по невязкам в ходах и полигонах), не более	2"	5"	10"
Угловая невязка хода или полигона, не более	$5''\sqrt{n}$	$10''\sqrt{n}$	$20''\sqrt{n}$

После этого было проведено уравнивание и оценка точности полевых измерений в программном комплексе «КРЕДО ДАТ», в ходе которой была получена ведомость оценки точности положения пунктов по результатам уравнивания (рис. 5).

Ведомость оценки точности положения пунктов по результатам уравнивания

M min	Пункт	M max	Пункт	M средняя
0,0015	5	0,0045	2	0,0031

Пункт	M	Mx	My	a	b	α	Mh
1	2	3	4	5	6	7	8
1	0,0031	0,0024	0,0020	0,0028	0,0015	146°02'15"	
2	0,0045	0,0027	0,0036	0,0040	0,0021	119°42'52"	
3	0,0034	0,0016	0,0030	0,0030	0,0016	82°38'58"	
4	0,0022	0,0014	0,0017	0,0018	0,0013	109°24'54"	
5	0,0015	0,0011	0,0011	0,0012	0,0010	127°54'26"	
6	0,0021	0,0012	0,0017	0,0017	0,0012	83°47'44"	
7	0,0042	0,0031	0,0029	0,0036	0,0022	42°32'47"	
8	0,0032	0,0026	0,0019	0,0026	0,0018	16°27'00"	
9	0,0040	0,0036	0,0016	0,0036	0,0016	177°15'38"	

Рис. 5. Ведомость оценки точности в «КРЕДО ДАТ»

В результате камеральной обработки сходимости планового положения пунктов ПВО составила от 1,1 до 4,5 мм. Данная точность сходимости пунктов ПВО удовлетворяет требованиям к выполнению съемок для составления исполнительного генплана.

Третий этап. Сгущение планово-высотной основы в виде отражающих пластин. С появлением высокоточных геодезических средств измерений, которые стали обеспечивать СКО определения координат пунктов внешнего обоснования порядка 2,0–5,0 мм, были разработаны новые методы и схемы создания инженерно-геодезических сетей с применением спутниковых технологий или линейно-угловых построений тахеометром [8–10], а также усовершенствован порядок проведения разбивочных работ. Особенно это относится к инженерно-геодезическим измерениям, выполняемым тахеометром [11–13].

При сгущении инженерно-геодезических построений несколькими ступенями происходит последовательное накопление влияния ошибок исходных данных каждой из ступеней, что в конечном итоге сказывается на величине СКО определения положения выносимых точек [14].

Сгущение выполнялось с помощью отражающих пластин (ОП-90). Данные ОП были закреплены на колоннах эстакад технологических трубопроводов, фасадах зданий и сооружений, фундаментах градирни, бетонных ограждениях. Места закрепления отражающих пластин выбирались таким образом, чтобы охватить всю территорию промплощадки Серовской ГРЭС.

Отражающие пластины координируются с точек наземной сети полярным способом (при расстоянии до ОП не более 150–200 м) или способом прямой линейно-угловой засечки. При определении координат пленочных отражателей способом полярных координат или прямой угловой засечкой их ошибка не должна превышать 2 мм ($m_\beta = 1''$, $m_s = 2$ мм, $D < 200$ м).

Если определяемая ОП находится в более чем 200 м от грунтовых пунктов, то допускается определять их координаты с одного «висячего» штатива, в противном случае прокладывается замкнутый тахеометрический ход по трехштативной системе.

Ошибка измерения расстояний тахеометром в безотражательном режиме зависит от угла падения лазерного луча на отражающую поверхность. Для наиболее распространенных строительных и отделочных материалов ошибка не превышает заявленной точности при угле падения луча в пределах от 0 до 40°.

В итоге было установлено 55 отражающих пластин на территории строительства Серовской ГРЭС.

Затем отражающим пластинам были присвоены пространственные координаты (X , Y , H) и составлен каталог координат.

Таким образом, была создана единая планово-высотная сеть на строительной промплощадке Серовской ГРЭС.

Четвертый этап. Топографические съемки территории строительства энергоблока ПГУ-420 (ст. № 9.10) масштаба 1 : 1 000. Четвертый этап включал в себя все полевые работы, связанные с проведением топографической съемки строительной промплощадки Серовской ГРЭС.

В процессе тахеометрической съемки одновременно было определено плановое и высотное положение всех характерных точек зданий и сооружений с отмосткой и пандусами, люков колодцев инженерных сетей, баков, эстакад технологических трубопроводов, мачт и молниеотводов, трансформаторов, ограждений, автодорог с поребриками, газонов и тротуаров.

Всего было выполнено больше 30 съемок с общим количеством пикетов более 5 300 шт.

Полученные точки были экспортированы в систему автоматизированного проектирования nanoCAD GeoniCS.

nanoCAD GeoniCS – это отечественный программный комплекс для выполнения работ в области геодезии, топографии, проектирования и реконструкции генеральных планов и линейно-протяженных объектов. nanoCAD GeoniCS имеет удобную модульную схему использования, где каждый модуль отвечает за свою область задач. В России nanoCAD GeoniCS уже давно укрепился в среде пользователей.

nanoCAD GeoniCS состоит из следующих модулей: «Топоплан», «Генплан», «Геомодель», «Сети», «Сечения», «Трассы».

Интерфейс программы nanoCAD повторяет интерфейс AutoCAD, который уже давно является классическим в среде САПР. Что касается программного комплекса GeonіCS, то он имеет отличный от Civil 3D интерфейс и некоторые возможности проектирования, но различие это сделано в сторону удобства и практичности именно для российского пользователя, который работает по российским стандартам и требованиям.

Большим преимуществом nanoCAD GeonіCS является то, что он включает в себя все соответствия чертежей российским ГОСТ, СНиП, стандартам предприятий, также в шаблонах nanoCAD GeonіCS указаны единицы измерения, форматирование и расчеты уже в соответствии с российскими стандартами.

В nanoCAD GeonіCS входит модуль «Генплан», который используется при проектировании промышленных объектов различного назначения, а также объектов гражданского строительства. Следует отметить то, что данный модуль обеспечивает полное соответствие российским требованиям ГОСТ 21.508–2020 «Правила выполнения рабочей документации генеральных планов предприятий, сооружений и жилищно-гражданских объектов» [15], а также формирует комплект документации (разбивочный чертеж, план организации рельефа, картограммы земляных масс, план благоустройства территории) [16].

Также следует отметить, что nanoCAD GeonіCS и все его модули включены в реестр российского программного обеспечения.

Пятый этап. Составление промежуточного топографического плана масштаба 1 : 1 000. В пятый этап вошли следующие работы:

- камеральная обработка полевых измерений (перенос данных с тахеометра в программный продукт nanoCAD в формате *.dwg);

- работа с исполнительными схемами подрядных организаций на скрытые работы по установке инженерных сетей, а также анализ проектных данных по инженерным сетям (схемы и проект инженерных сетей были выданы заказчиком);

- отрисовка исполнительного генплана с соблюдением условных знаков для топографических планов в масштабе 1 : 500 (утвер-

жденных ГУГК при Совете Министров СССР 25 ноября 1986 г.) в программном продукте nanoCAD.

Стоит выделить отдельную работу с исполнительными геодезическими схемами подрядных организаций на скрытые работы по установке инженерных сетей, а также анализ проектных данных по инженерным сетям.

Геодезическая исполнительная документация в строительстве предназначена для определения соответствия параметров строящегося, построенного, реконструируемого объекта капитального строительства проектной документации и фиксирует значения линейных и угловых размеров, координат, расстояний, отметок, размеров диаметров труб, привязок их габаритов к осям и отметкам геодезической разбивочной основы, красным линиям.

Исполнительная геодезическая документация входит в состав исполнительной документации.

Геодезическую исполнительную документацию составляют по результатам исполнительной съемки на все виды несущих, ограждающих элементов возводимых зданий и сооружений, прокладываемых подземных и надземных сетей инженерно-технического обеспечения в соответствии с заданием на проектирование и с соблюдением действующих нормативных документов и правил.

В состав графической геодезической исполнительной документации строящихся объектов, при наличии задания, входят:

- по зданиям и сооружениям – исполнительные схемы смонтированных конструкций, каталоги координат и высот, полевые геодезические материалы съемки;

- по сетям инженерно-технического обеспечения – оси проложенных коммуникаций с границами охранных зон, их профили, каталоги координат, схемы сварных стыков трубопроводов, полевые геодезические материалы исполнительной съемки (при наличии таких требований в проектной документации);

- по объектам производственного назначения – сводные планы сетей инженерно-технического обеспечения, исполнительные генпланы.

Исполнительная геодезическая документация представляет собой текстовые и графические материалы, отражающие фактическое исполнение проектных решений и фактическое положение объектов капитального строительства и их элементов в процессе строительства, реконструкции, капитального ремонта по мере завершения определенных в проектной документации работ.

В качестве графических материалов в большинстве случаев служат подготовленные исполнительные схемы.

Исполнительная геодезическая схема несет в себе информацию по сдаваемому объекту следующего содержания:

- номер проекта и чертежа;
- штамп организации и подписантов;
- весь или часть сдаваемого объекта в осях и пространственных координатах;
- фактические и проектные размеры;
- допуски согласно СП 126.13330.2017 [17];
- используемые поверенные приборы и пункты геодезического обоснования.

Данные исполнительные геодезические схемы подготавливаются подрядными организациями и передаются контролирующей службе, для проведения работ по проверки достоверности предоставляющей информации на них.

На этапе строительства Серовской ГРЭС в качестве контролирующей службы при выполнении договорных обязательств выступала геодезическая группа АО «Сибтехэнерго».

В этот период на строительной площадке насчитывалось порядка пяти подрядных организаций, имеющих в своем штате геодезические службы, выполняющие инженерно-геодезические измерения с последующим оформлением исполнительных схем.

Фактические данные, указанные на исполнительных геодезических схемах, сравнивались с проектными данными, а затем проверялись на промплощадке. Методика проверки заключалась в следующем. Тахеометр устанавливался вблизи конструкции, изображенной на исполнительной схеме. Далее с помощью метода свободной станции определяются координаты станции, и в режиме съемки, визирный луч наводится на отражатель, который поочередно перемещается на характерные точки данной конструкции. Если с одной рабочей стан-

ции не получалось выполнить всю съемку, то тахеометр переносился на другое место. Среднеквадратическая ошибка определения станции тахеометра ± 2 мм.

После завершения полевых работ был произведен анализ полученных данных. Геодезическая съемка импортировалась в napo-CAD в формате *.dxf и после этого уже накладывалась на проект. Предварительно проект размещается в координатной сетке строительной площадки. Далее полученные фактические данные были сравнены с проектными данными (рис. 6).

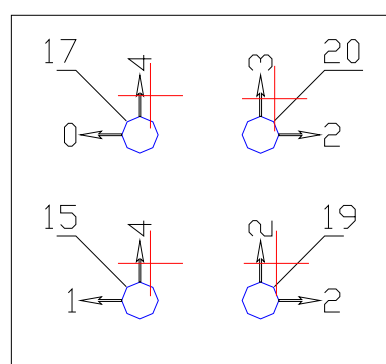


Рис. 6. Геодезическая съемка анкерных болтов

На рис. 6 изображен фрагмент геодезической съемки анкерных болтов фундамента каркаса главного корпуса. Фактические данные показаны красным цветом, проектные данные – синим. Если полученные фактические данные совпадают с проектными в пределах допустимых значений, то исполнительная схема считается проверенной. На ней ставится подпись о прохождении проверки и соответствии проекту с учетом допусков СП 126.13330.2017 [17].

В том случае, когда исполнительная схема не соответствует фактическим данным, полученным после выполненной геодезической съемки, она возвращается на доработку подрядной организации.

Возникают случаи, когда выявляются грубые нарушения и даже отсутствие конструкций и узлов, изображенных на исполнительных схемах или 100-процентная недоступность проверки. В связи с этим следует внедрить неметрические цифровые фотокамеры

для проверки исполнительных геодезических схем у подрядных организаций [18].

С помощью фотоснимка (цифровой фотографии) иллюстрируется изображение сдаваемого объекта.

Исполнительная геодезическая схема передается в электронном виде, в котором при наведении курсора на объект выводится цифровая фотография с одного или нескольких ракурсов (рис. 7).

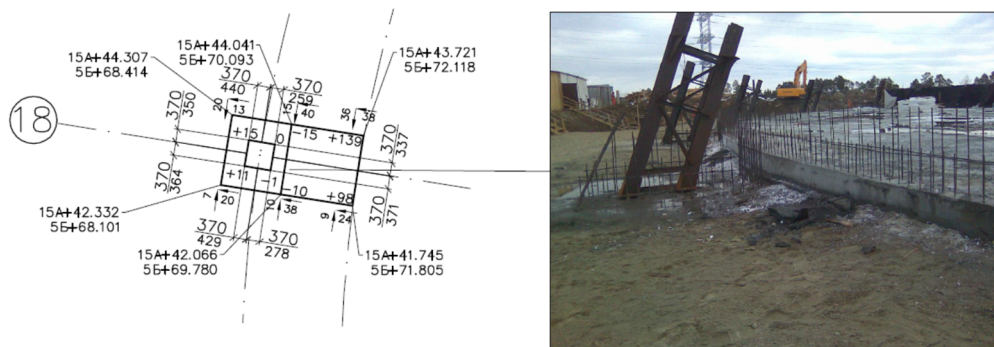


Рис. 7. Исполнительная геодезическая схема и цифровая фотография данного места в натуре

Данное решение позволяет:

- сократить время проведения проверки исполнительных схем на 40 %;
- внести информативность и быстрый поиск указанных объектов на промплощадке;
- уменьшить количество заведомо ложных исполнительных схем, а в большинстве случаев и свести их к нулю;
- выявить с помощью фотографий наличие или отсутствие конструкций и узлов при скрытых работах;

- информировать заказчика о готовности строительно-монтажных работ;
- применять полученные результаты для создания ситуационного топографического плана.

Шестой этап. Выдача результатов. Итоговая версия исполнительного генплана в масштабе 1 : 1 000 была передана заказчику в печатном виде на формате А0 в трех экземплярах, а также на электронном носителе (рис. 8) в форматах *.dwg, *.dxf, *.pdf.

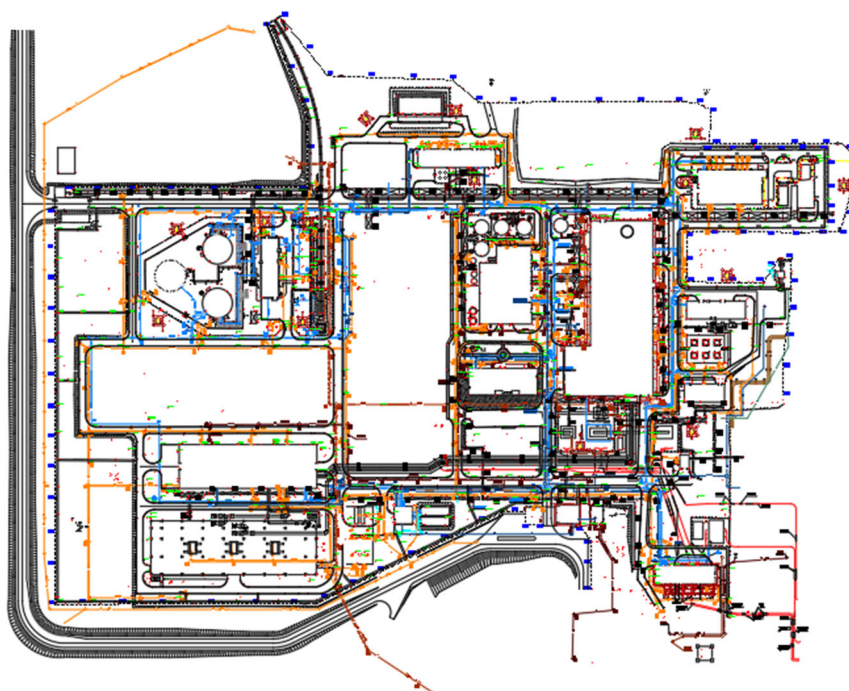


Рис. 8. Итоговая версия исполнительного генплана

Заключение

В статье на примере промышленной площадки Серовской ГРЭС подробно описаны этапы выполнения инженерно-геодезических работ с использованием современных методов и средства сбора, а также обработки геопространственных данных при создании и ведении генерального плана.

Основная цель работ на объекте выполнена, включая получение плана, отображающего расположение построенного, реконструированного объекта капитального строительства, расположение сетей инженерно-технического обеспечения в границах земельного участка и планировочную организацию земельного участка.

В программном комплексе «КРЕДО ДАТ» был спроектирован полигонометрический ход,

а также проведено уравнивание и оценка точности полевых измерений, которые показали, что точность сходимости пунктов ПВО удовлетворяет требованиям к выполнению съемок для составления исполнительного генплана.

В системе автоматизированного проектирования nanoCAD GeoniCS была выполнена камеральная обработка полевых измерений, а также отрисовка исполнительного генплана с соблюдением условных знаков для топографических планов. Данный программный комплекс отлично показал себя как отечественная замена ушедшим с российского рынка программам AutoCAD и Civil 3D.

Полученные результаты показали, что отечественные программные комплексы отлично подходят для камеральной обработки полученных данных для решения различных задач на промышленных объектах.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Сальников В. Г., Горобцов С. Р. Применение дополненной реальности при визуализации готовых инженерных решений // Российский форум изыскателей : сб. докладов IV Междунар. науч.-практ. конф. – М., 2022. – С. 107–110.
2. Горобцов С. Р., Сальников В. Г. Автоматизированное проектирование линейных объектов в Civil 3D : практикум. – Новосибирск : СГУГиТ, 2020. – 81 с.
3. Горобцов С. Р., Сальников В. Г., Астапов А. М. Автоматизированное проектирование технологических трубопроводов в Civil 3D : практикум. – Новосибирск : СГУГиТ, 2021. – 106 с.
4. Горобцов С. Р., Сальников В. Г. Анализ программного обеспечения для составления генерального плана строительных площадок // Российский форум изыскателей : сб. докладов IV Междунар. науч.-практ. конф. – М., 2022. – С. 53–58.
5. Градостроительный кодекс Российской Федерации [Электронный ресурс] : федер. закон от 29.12.2004 № 190-ФЗ. – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс»
6. Горобцов С. Р. Методы обработки геопространственных данных с применением технологий КРЕДО : практикум. – Новосибирск : СГУГиТ, 2022. – 112 с.
7. Официальный сайт компании «Кредо-Диалог» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://credo-dialogue.ru/> (дата обращения: 02.05.2023).
8. Афонин Д. А. Оптимизационная модель выбора схемы плановой геодезической разбивочной сети на застроенной территории // Геодезия и картография. – 2011. – № 9. – С. 16–22.
9. Горяинов И. В. О наилучшей конфигурации обратной линейно-угловой засечки и необходимом количестве пунктов для достижения заданной точности // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2016. – № 4. – С. 41–47.
10. Китаев Г. Г., Уставич Г. А., Никонов А. В., Сальников В. Г. Создание геодезической основы для строительства объектов энергетики // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2013. – № С/4. – С. 48–54.
11. Горяинов И. В. Экспериментальные исследования применения обратной линейно-угловой засечки для оценки стабильности пунктов плановой деформационной геодезической сети // Вестник СГУГиТ. – 2018. – Т. 23, № 1. – С. 28–39.
12. Никонов А. В. К вопросу о точности обратной линейно-угловой засечки на малых расстояниях // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2013. IX Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия» : сб. материалов в 3 т. (Новосибирск, 15–26 апреля 2013 г.). – Новосибирск : СГГА, 2013. Т. 1. – С. 93–100.
13. Никонов А. В., Чешева И. Н. О точности построения планово-высотной геодезической разбивочной основы наземными методами // Интерэкспо ГЕО-Сибирь. XV Междунар. науч. конгр., 24–26

апреля 2019 г., Новосибирск : сб. материалов в 9 т. Т. 1 : Междунар. науч. конф. «Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия». – Новосибирск : СГУГиТ, 2019. № 1. – С. 130–143.

14. Уставич Г. А., Неволин А. Г., Падве В. А., Сальников В. Г., Никонов А. В. Анализ технологических схем создания геодезического обоснования на промплощадке // Записки Горного института. – 2021. – Т. 249. – С. 366–376.

15. ГОСТ 21.508–2020. Правила выполнения рабочей документации генеральных планов предприятий, сооружений и жилищно-гражданских объектов : межгосударственный стандарт [Электронный ресурс]. – Введ. 2021-01-01. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200173795> (дата обращения: 02.05.2023).

16. Официальный сайт компании «Нанософт разработка» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.nanosoft.ru/> (дата обращения: 02.05.2023).

17. СП 126.13330.2017. Геодезические работы в строительстве. – М. : Стандартинформ, 2018. – 58 с.

18. Аглиулин С. Г., Дёмин В. Г., Сальникова П. П., Сальников В. Г. Геодезический контроль исполнительных схем с применением неметрических цифровых фотокамер // Безопасность труда в промышленности. – 2015. – № 12. – С. 84–86.

Об авторах

Валерий Геннадьевич Сальников – кандидат технических наук, доцент, зав. кафедрой инженерной геодезии и маркшейдерского дела.

Сергей Романович Горобцов – кандидат технических наук, доцент кафедры инженерной геодезии и маркшейдерского дела.

Никита Александрович Кирилов – аспирант кафедры инженерной геодезии и маркшейдерского дела.

Получено 06.09.2023

© В. Г. Сальников, С. Р. Горобцов, Н. А. Кирилов, 2024

Modern methods and tools for geospatial data collection and processing in maintaining the master plan of industrial sites

V. G. Salnikov¹, S. R. Gorobtsov¹, N. A. Kirilov¹*

¹ Siberian State University of Geosystems and Technologies, Novosibirsk, Russian Federation

* e-mail: salnikov@ssga.ru

Abstract. During the construction of the 9th power unit of the combined cycle gas plant PGU-420MW of the existing Serovskaya State district power plant, when generating reporting documentation and placing new buildings, structures and technical communications on the balance sheet of the city of Serov, a master plan for the industrial site was needed. The purpose of the article is to describe in detail the methodology for performing engineering and geodetic work when creating a master plan for industrial sites. To achieve this goal, geospatial data was collected and processed in specialized software CREDO DAT and nanoCADGeoniCS. The article describes all the stages of creating a master plan for industrial sites. In the CREDO DAT software package, a polygonometric stroke was designed, and an adjustment and assessment of the accuracy of field measurements was carried out, which showed that the accuracy of the convergence of air defense points satisfies the requirements for surveying for the preparation of an executive master plan. In the computer-aided design system nanoCAD GeoniCS, desk processing of field measurements was carried out, as well as drawing of the executive general plan in compliance with conventional signs for topographic plans. This software package has proven itself to be an excellent domestic replacement for the AutoCAD and Civil 3D programs that have left the Russian market. The obtained results showed that domestic software systems are suitable for desk processing of received data to solve various problems at industrial facilities.

Keywords: master plan, executive survey, executive geodetic scheme, geodetic works, geodetic software, CAD, design, construction, CREDO DAT, nanoCAD GeoniCS

REFERENCES

1. Salnikov, V. G. & Gorobtsov, S. R. (2022). The use of augmented reality in the visualization of ready-made engineering solutions. In *Sbornik dokladov IV Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii: Rossijskij forum izyskatelej [Proceedings of the IV International Scientific and Practical Conference: Russian Forum of Surveyors]* (pp. 107–110). Moscow [in Russian].
2. Gorobtsov, S. R. & Salnikov, V. G. (2020). *Automated design of linear objects in Civil 3D [Avtomatizirovannoe proektirovanie linejnyh ob"ektov v Civil 3D]*. Novosibirsk: SSUGT Publ., 81 p. [in Russian].
3. Gorobtsov, S. R., Salnikov, V. G. & Astapov, A. M. (2021). *Automated Design of Process Piping in Civil 3D [Avtomatizirovannoe proektirovanie tekhnologicheskikh truboprovodov v Civil 3D]*. Novosibirsk: SSUGT Publ., 106 p. [in Russian].
4. Gorobtsov, S. R. & Salnikov, V. G. (2022). Analysis of software for drawing up a master plan for construction sites. In *Sbornik dokladov IV Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii: Rossijskij forum izyskatelej [Proceedings of the IV International Scientific and Practical Conference: Russian Forum of Surveyors]* (pp. 53–58). Moscow [in Russian].
5. Federal Law of December 29, 2004 No. 190–FZ. Urban Planning Code of the Russian Federation. Retrieved from ConsultantPlus online database [in Russian].
6. Gorobtsov, S. R. (2022). *Geospatial data processing methods using CREDO technologies [Metody obrabotki geoprostranstvennyh dannyh s primeneniem tekhnologij CREDO]*. Novosibirsk: SSUGT Publ., 112 p. [In Russian].
7. Official site of the «Credo-Dialog» company. (n. d.). Retrieved from <https://credo-dialogue.ru/> (accessed May 02, 2023) [in Russian].
8. Afonin, D. A. (2011). Optimization model for choosing a scheme for a planned geodetic grid network in a built-up area. *Geodeziya i kartografiya [Geodesy and Cartography]*, 9, 16–22 [in Russian].
9. Goryainov, I. V. (2016). On the best configuration of a reverse line-angle resection and the required number of points to achieve a given accuracy. *Izvestia vuzov. Geodeziya i aerofotos'emka [Izvestiya Vuzov. Geodesy and Aerophotosurveying]*, 4, 41–47 [in Russian].
10. Kitaev, G. G., Ustavich, G. A., Nikonov, A. V. & Salnikov, V. G. (2013). Creation of a geodetic basis for the construction of energy facilities. *Izvestia vuzov. Geodeziya i aerofotos'emka [Izvestiya Vuzov. Geodesy and Aerophotosurveying]*, 54, 48–54 [in Russian].
11. Goryainov, I. V. (2018). Experimental studies of the use of a reverse linear-angular resection for assessing the stability of points of a planned deformation geodetic network. *Vestnik SGUGiT [Vestnik SSUGT]*, 23(1), 28–39 [in Russian].
12. Nikonov, A. V. (2013). On the question of the accuracy of the inverse linear-angular resection at small distances. In *Sbornik materialov Interexpo GEO-Sibir'-2013: Mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii: T. 1. Geodeziya, geoinformatika, kartografiya, marksheyderiya [Proceedings of Interexpo GEO-Siberia-2013: International Scientific Conference: Vol. 1. Geodesy, Geoinformatics, Cartography, Mine Surveying]* (pp. 93–100). Novosibirsk: SSGA Publ. [in Russian].
13. Nikonov, A. V. & Chesheva, I. N. (2019). On the accuracy of building a planned-altitude geodesic staking base by ground methods. In *Sbornik materialov Interexpo GEO-Sibir'-2019: Mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii: T. 1. Geodeziya, geoinformatika, kartografiya, marksheyderiya [Proceedings of Interexpo GEO-Siberia-2019: International Scientific Conference: Vol. 1. Geodesy, Geoinformatics, Cartography, Mine Surveying]* (pp. 130–143). Novosibirsk: SSUGT Publ. [in Russian].
14. Ustavich, G. A., Nevolin, A. G., Padve, V. A., Salnikov, V. G. & Nikonov, A. V. (2021). Analysis of technological schemes for creating a geodetic justification at the industrial site. *Zapiski Gornogo instituta [Notes of the Mining Institute]*, 249, 366–376 [in Russian].
15. Standards Russian Federation. GOST 21.508-2020. Rules for the implementation of working documentation for master plans for enterprises, structures and civil housing facilities. Retrieved from <https://docs.cntd.ru/document/1200173795> (accessed May 02, 2023) [in Russian].
16. Official site of the "Nanosoft Development" company. (n. d.). Retrieved from <https://www.nanocad.ru/> (accessed May 02, 2023) [in Russian].
17. Code of Practice. (2018). SP 126.13330.2017. Geodetic works in construction. Moscow: Standartinform Publ., 58 p. [in Russian].

18. Agliulin, S. G., Dyomin, V. G., Salnikova, P. P. & Salnikov, V. G. (2015). Geodetic control of executive schemes using non-metric digital cameras. *Bezopasnost' truda v promyshlennosti [Labor Safety in Industry]*, 12, 84–86 [in Russian].

Author details

Valeriy G. Salnikov – Ph. D., Head of Department of Engineering Geodesy and Mine Surveying.

Sergey R. Gorobtsov – Ph. D., Associate Professor, Department of Engineering Geodesy and Mine Surveying.

Nikita A. Kirilov – Ph. D. Student, Department of Engineering Geodesy and Mine Surveying.

Received 06.09.2023

© *V. G. Salnikov, S. R. Gorobtsov, N. A. Kirilov, 2024*