

## ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ ПРОГРАММНЫХ ПРОДУКТОВ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ВЫЧИСЛЕНИЙ

**Головко А.Н., Скворцов В.П.**

*Азово-Черноморский инженерный институт ФГБОУ ВО «Донской государственный аграрный университет», Зерноград, e-mail: alexnikgol@rambler.ru*

Цель данной статьи – исследовать существующие специализированные программные продукты для применения в геодезических вычислениях. Для достижения поставленной цели были определены основные методы исследования. Для отбора видов основных геодезических вычислений и решаемых задач был применен метод синтеза. В результате предварительного синтеза выделены основные группы геодезических вычислений, которые специалистам приходится выполнять в процессе камеральных работ при обработке полученных данных. Также подобные геодезические вычисления выполняются при обучении специалистов для получения профессиональных навыков. Решение задачи по отбору специализированных программных продуктов было обеспечено методом системного анализа существующего программного обеспечения по критериям, обозначенным целью исследования. Для обеспечения анализа по критериям, направленным на отбор продуктов по выполнению синтезированных групп задач, в связи с большим количеством, существующие специализированные программные продукты были сгруппированы по равным свойствам в несколько групп и из представителей групп сформирована анализируемая база данных. Функциональные возможности программных продуктов были проанализированы по группам решаемых геодезических задач. Анализ показал, что программные продукты платных, бесплатных групп и программных комплексов имеют равные возможности для достижения поставленной цели. Предпочтение в использовании программных продуктов для выполнения геодезических вычислений может быть связано только с областью их применения в учебном или производственном циклах. В результате проведенного анализа разработаны рекомендации по применению специализированных программных продуктов для различных практических направлений, таких как обучение специалистов, обработка результатов геодезических изысканий, сопровождение документооборота геодезических изысканий.

**Ключевые слова:** программные продукты, геодезические вычисления, теодолитный ход, нивелирный ход, прямая угловая засечка, прямоугольные координаты, полярная засечка, обратная угловая засечка

## APPLICATION OF SPECIALIZED SOFTWARE FOR GEODETIC CALCULATIONS

**Golovko A.N., Skvortsov V.P.**

*Azov-Black Sea Engineering Institute of Don State Agrarian University, Zernograd,  
e-mail: alexnikgol@rambler.ru*

The purpose of this article is to investigate existing specialized software products for use in geodetic calculations. To achieve this goal, the main research methods were identified. To select the types of basic geodetic calculations and solved problems, the synthesis method was used. As a result of the preliminary synthesis, the main groups of geodetic calculations are identified, which specialists have to perform in the process of office work when processing the obtained data. Also, such geodetic calculations are carried out when training specialists to obtain professional skills. The solution to the task of selecting specialized software products was provided by the method of systematic analysis of existing software according to the criteria indicated by the purpose of the study. To ensure analysis according to the criteria aimed at selection of products for performance of synthesized groups of tasks, due to a significant number, existing specialized software products were grouped by equal properties into several groups and the analyzed database was formed from representatives of groups. Functionality of software products was analyzed by groups of solved geodetic tasks. The analysis showed that software products of paid, free groups and software complexes have equal opportunities to achieve their goal. The preference for using geodetic software can only be related to the scope of their use in training or production cycles. As a result of the analysis, recommendations were developed for the use of specialized software products for various practical areas, such as training specialists, processing the results of geodetic surveys, and maintaining the document flow of geodetic surveys.

**Keywords:** software products, geodetic calculations, traverse, levelling traverse, rectangular coordinates, polar tick, straight angular tick, reverse angular tick

Развитие современного рынка программных продуктов охватывает основные сферы деятельности в области инженерных изысканий, в том числе и в области геодезических построений. Обработка данных, полученных с использованием современного геодезического оборудования, осуществляется как с помощью специали-

зированного программного обеспечения, созданного для применяемого оборудования, так и с помощью специализированных программных комплексов. Использование специализированных программ позволяет выполнять геодезические инженерные расчеты различной сложности и различного характера. В настоящее время наблюдается

снижение выбора программных продуктов иностранных разработчиков из-за политических и экономических ограничений, поэтому специалисты вынуждены искать альтернативные отечественные программные продукты. При обучении специалистов возникает необходимость выполнения простых инженерных расчетов, не требующих мощных программных средств для обработки данных. В таких случаях для использования подходят программные продукты или модули программных комплексов, позволяющие решать такие элементарные задачи.

Целью исследования является анализ возможностей применения существующих прикладных программ для выполнения геодезических вычислений в камеральных работах и обучении специалистов.

#### **Материалы и методы исследования**

В работе применялись методы системного анализа и системного синтеза. Системный анализ позволяет выявить программные продукты, решающие поставленные задачи, а системный синтез позволяет показать, какие из задач решаются отобранными в результате анализа программными продуктами.

#### **Результаты исследования и их обсуждение**

Практические повседневные расчеты, а также решение практических заданий в период обучения специалистов, в программу обучения которых входят такие дисциплины, как прикладная геодезия, инженерная геодезия и т.д., возникает необходимость решения отдельных расчетов, связанных с геодезическими построениями [1, 2]. Для осуществления таких расчетов были проанализированы и отобраны наиболее часто используемые, перечень которых приведен в табл. 1. Основными группами наиболее используемых задач являются задачи с пересчетом координат точек, задачи по нахождению параметров точки по другим известным параметрам, задачи по определению параметров теодолитных ходов и уравниванию параметров полученных геодезических данных [1–3]. Некоторые из выделенных задач включены в пакеты программного обеспечения геодезического оборудования и обработки данных, полученных при выполнении полевых работ. Однако выполнить расчеты по некоторым из перечисленных задач в комплексных программных решениях отдельно не представляется возможным, хотя

такая необходимость часто возникает при решении практических задач. На зарубежных и отечественных рынках программного обеспечения представлен ряд программных продуктов, позволяющих адресно или комплексно решать поставленные задачи [4–6].

По типу решаемых задач все программные продукты для вычисления геодезических построений можно разделить на следующие группы: работа с системами координат; работа с геометрическими построениями; корректировка геодезических построений; вспомогательные расчеты [6–8]. Все группы решаемых задач равноценно используются как опытными специалистами, так и обучающимися по специальности, поэтому востребованность таких программных продуктов очевидна. Результаты синтеза существующего программного обеспечения, позволяющие решать поставленные задачи, представлены в табл. 2. В таблице представлены некоторые популярные программы, которые используются специалистами в расчетах согласно многим геодезическим форумам [9]. В рамках анализа были рассмотрены как платные продукты, так и свободно распространяемые для использования. Основными критериями оценки при анализе выступали наибольшее количество решаемых задач и доступность программного продукта.

Многие программные продукты, такие как «Геодезический калькулятор для Excel 2000/XP – редакция 01.06.2005», «Excel для геодезии Версия 2.55» и подобные, несмотря на дату разработки и относительно простой механизм обработки данных, включают в себя все необходимые для произведения вычислений задачи [9, 10]. Простой и свободно варьируемый ввод данных позволяет добавлять и настраивать под частные случаи меню исходных данных.

Программные комплексы многозадачного назначения, такие как «CREDO-DIALOG ДАТ», «ГЕОМИКС Маркшейдерия» и другие аналогичные программные продукты, не показанные в анализе, позволяют решать кроме анализируемых задач весь комплекс сопровождения оформления геодезической и другой связанной деятельности [9–11]. Такие программные продукты подходят для специалистов, работающих на предприятиях, финансовая деятельность которых позволяет приобрести данные программные продукты, и не подходят для начинающих специалистов, а также для решения задач в период обучения профессиональным навыкам.

Таблица 1

## Перечень часто используемых в геодезических расчетах задач

Вид решаемой задачи	Область использования
Перевычисление плоских прямоугольных координат по двум связующим пунктам	Пересчет координат из одной системы в другую при неизвестных параметрах перехода
Прямая геодезическая задача	Определение по известным координатам одной точки горизонтального проложения и дирекционного угла координат другой точки
Обратная геодезическая задача	Определение по известным координатам двух точек величины горизонтального проложения и дирекционного угла
Вычисление координат пересечения двух прямых	Определение координаты точки пересечения двух прямых по координатам лежащих на них точек
Пересчет координат из одной системы в другую	Определение параметров пересчета координат точек из одной координатной системы в другую
Полярная засечка, расстояния измеряются по рулетке	Вычисление координат и отметок пикетных точек, определяемых по рулетке
Полярная засечка, расстояния измеряются по рейке	Вычисление координат и отметок пикетных точек, определяемых по рейке
Прямая угловая засечка	Уравнивание параметров прямой многократной засечки
Обратная угловая засечка	Уравнивание параметров обратной многократной засечки
Линейная засечка	Уравнивание параметров линейной многократной засечки
Обработка журнала круговых приемов	Вычисление горизонтальных углов по способу круговых приемов
Вычисление координат из обратной засечки (задача Ганзена)	Определение положения двух пунктов по двум исходным
Решение треугольника по трем известным элементам	Вычисление параметров треугольника координатных точек по трем известным параметрам
Операции с углами в формате D.mmss	Вычисление среднего, суммы и разности углов в формате D.mmss
Теодолитный ход	Вычисление координат точек теодолитного хода
«Висячий» теодолитный ход	Вычисление координат точек разомкнутого теодолитного хода
Расстояние от точек до прямой линии по перпендикуляру	Определение расстояния от точек до створной линии
Вычисление площади замкнутой фигуры по координатам углов	Вычисление площади фигуры по координатам основных точек контура
Определение координат точек перпендикулярами от створной линии	Определение координат заданных точек по расстоянию перпендикуляра к точке от створной линии
Определение крена вертикальных сооружений	Определение крена вертикального сооружения по трем осадочным маркам
Вычисление параметров цепочки точек по координатам	Определение расстояний и углов между точками цепочки по известным координатам
Геодезический четырехугольник	Вычисление поправок для получения уравненных углов геодезического четырехугольника
Уравнивание одиночного нивелирного хода	Уравнивание отметок превышений одиночного нивелирного хода
Параметры выноса на местность координатных точек	Расчет основных параметров выноса на местность заданных координатных точек
Уравнивание теодолитного хода с координатной привязкой	Расчет параметров для уравнивания точек теодолитного хода с координатной привязкой
Уравнивание координатного хода с координатной привязкой	Уравнивание вытянутого тахеометрического координатного хода

Таблица 2

Результаты анализа программных продуктов по критериям оценки

Название программного продукта	Работа с системами координат	Работа с гео-метрическими построениями	Корректировка геодезических построений	Вспомогательные расчеты
Перевычисление Списка координат из одной системы плоских прямоугольных координат в другую v 5.2 (с) 02.01.20 (свободно распространяемая)	+	-	-	-
Geodezist СевКавАГП 2019-03-16 (свободно распространяемая)	+	-	+	+
Таблицы MS Excel для преобразования координат 0.20220715 (свободно распространяемая)	+	-	-	-
Excel для геодезии Версия 2.55 (свободно распространяемая)	+	-	-	+
Координатный калькулятор EXCEL 2021-05-27 (свободно распространяемая)	+	-	-	+
ГЕОМИКС Маркшейдерия (платная)	-	+	+	+
LCT «САМАРА» (платная)	-	+	+	+
«Топоматик Robur – Изыскания» (платная)	-	+	+	+
MicroSurvey FieldGenius (платная)	+	+	+	+
К-MINE Проектирование (платная)	-	+	+	+
PHOTOMODGeoCalculator (платная)	+	+	+	+
CREDO-DIALOG программный комплекс обработки инженерных изысканий, цифрового моделирования местности, проектирования генпланов и автомобильных дорог ДАТ (платная)	+	+	+	+
Геодезический калькулятор для Excel 2000/XP – редакция 01.06.2005 (свободно распространяемая)	+	+	+	+
Geodezia 1.00 (свободно распространяемая)	-	-	-	+
Трасса версия 1, ООО «ИнжТоннельГеодезия» (свободно распространяемая)	-	+	-	-
ТОГИ v2.11.0 (свободно распространяемая)	-	+	+	+

«CREDO-DIALOG ДАТ» предназначена для автоматизации камеральной обработки полевых инженерно-геодезических данных и измерений, выполненных с использованием глобальных навигационных спутниковых систем (ГНСС) и цифровых нивелиров (ЦН), а также традиционных средств координатных определений. Этот программный комплекс позволяет выполнять такие задачи, как проектирование и создание опорных плано-высотных городских, межевых, инженерных, специальных сетей, выполнять линейные и площадные инженерные изыскания объектов промышленного, гражданского и транспортного строительства, а также выполнять множество других задач в области маркшейдерского обеспечения работ при добыче и транспортировке

нефти и газа. Однако стоимость данного программного комплекса соизмерима с ее функциональными возможностями и в зависимости от набора входящих в нее модулей может достигать 70–75 тыс. руб. [12].

Программный комплекс «ГЕОМИКС Маркшейдерия» имеет еще более расширенные возможности, чем «CREDO-DIALOG ДАТ», позволяет строить в автоматическом режиме продольные и поперечные профили и многое другое, однако и его стоимость на порядок выше стоимости предыдущего программного комплекса и достигает 710 тыс. руб. [10, 12].

В анализе не были затронуты программные продукты, разработанные для геодезического оборудования определенных фирм и моделей, так как это специализированное

программное обеспечение работает только с форматом данных, полученных в процессе работы на определенном оборудовании, и не подходят для широкого использования, хотя данные программные продукты позволяют решать многие из рассматриваемых в анализе задач.

### Заключение

В результате анализа по требуемым группам решаемых задач из платных модульных программных продуктов необходимо выделить такие, как MicroSurvey FieldGenius, PHOTOMODGeoCalculator и CREDO-DIALOG программный комплекс обработки инженерных изысканий, цифрового моделирования местности, проектирования генпланов и автомобильных дорог ДАТ. Данные программные продукты рекомендованы для использования в организациях, деятельность которых связана не только с решением исковых задач, но и другими функциями, поддерживаемыми модулями перечисленных выше программных комплексов. Это делает использование данных продуктов более экономически оправданным, так как стоимость этих продуктов значительно превышает стоимость выполненных работ с помощью групп анализируемых задач. Причем последний из обозначенных программных комплексов – отечественная разработка, поэтому предпочтительнее остальных в рамках политики нашей страны по импортозамещению, а также в плане получения технической поддержки и обновления. Группа свободно распространяемых программных продуктов, таких как «Геодезический калькулятор для Excel 2000/XP – редакция 01.06.2005», предпочтительнее для разового и периодического использования при необходимости решения

групп анализируемых задач, а также значительно расширяет возможности усвоения практических навыков при обучении по геодезическим направлениям.

### Список литературы

1. Глухих М.А. Землеустройство с основами геодезии. Практикум: учебное пособие для ВО. 1-е изд. М.: Лань, 2020. 136 с.
2. Кузнецов О.Ф. Инженерная геодезия. М.: Инфра-Инженерия, 2020. 268 с.
3. Томсон П.В. Разработка алгоритма вычисления геодезической широты в функции пространственных геоцентрических координат // Вестник Государственного университета морского и речного флота им. адмирала С.О. Макарова. 2016. № 2 (36). С. 67–72.
4. Медведев П.А. Совершенствование формул со средними аргументами для решения обратной геодезической задачи // Вестник Омского государственного аграрного университета. 2014. № 1 (13). С. 46–48.
5. Соколов Ю.Г., Гурский И.Н., Струсь С.С., Пшидаток С.К. К определению координат точек обратной угловой засечкой // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2016. № 118. С. 1387–1395.
6. Варфоломеев А.Ф. Обработка геодезических данных с использованием современных программных продуктов: учебное пособие. Саранск: Издательство Мордовского университета, 2017. 89 с.
7. Пухаев Л.А., Кочиев Г.К. Современные инструменты, технологии и программное обеспечение в инженерной геодезии // Вестник науки и образования. 2022. № 4–2 (124). С. 18–23.
8. Геодезист. [Электронный ресурс]. URL: <https://store.softline.ru/> (дата обращения: 27.07.2022).
9. Geostart. Геодезические программы. [Электронный ресурс]. URL: <https://geostart.ru/post/57#hq2=undefined/> (дата обращения: 27.07.2022).
10. Программные продукты и технологии КРЕДО. [Электронный ресурс]. URL: <https://credo-dialogue.ru/produkty/korobochnye-produkty/239-credo-dat-professional-naznachenie.html> (дата обращения: 11.08.2022).
11. Geomix. Страница продукта «ГЕОМИКС Маркшейдерия». [Электронный ресурс]. URL: <https://geomix.ru/software/geomix/markshejderija/>. (дата обращения: 11.08.2022).
12. Geomix. Страница стоимости продуктов. [Электронный ресурс]. URL: <https://geomix.ru/price/> (дата обращения: 11.08.2022).