

# РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ РАСЧЕТОВ И ИССЛЕДОВАНИЙ

## DEVELOPMENT OF AN INFORMATION SYSTEM FOR GEODETIC CALCULATIONS AND RESEARCH

**O. Pleskacheva**  
**B. Pruss**  
**V. Romanov**  
**G. Soboleva**

*Summary.* The article describes the developed information system that allows for geodetic calculations. The developed system has a convenient interface and a sufficient number of functions that allow the user to obtain solutions both in numerical form and in the form of graphic images. Using the developed system, the main geodetic problems studied by students as part of the geodesy course are solved. The results of testing the information system show that it correctly and accurately performs the required calculations, and at the same time, the system itself is convenient and easy to use.

*Keywords:* information system, automation of calculations, geodesy.

Топографические карты и планы являются носителями информации для строителей и архитекторов. Они служат основой при проектировании зданий и инженерных сооружений, а также при планировке и благоустройстве городов и населенных пунктов [1]. При этом для их составления необходимо проводить геодезические измерения и расчеты, которые включают в себя методы и технологии для точного определения географических координат точек, расстояний и углов между ними. Автоматизация данных расчетов является важной задачей. При этом имеющиеся комплексы [2, 3] не всегда достаточно удобны для использования в учебном процессе, так как они разработаны для профессиональных геодезистов и рассчитаны на подготовленных специалистов, имеющих опыт работы. Перед нами же стояла задача создания информационной системы удобной для использования в учебном процессе с возможностью представления геодезических расчетов не только в числовом, но и графических форматах.

**Плескачева Ольга Юрьевна**

Кандидат педагогических наук, доцент, ФГБОУ ВО  
«Брянский государственный технический университет»  
pleskacheva@inbox.ru

**Прусс Борис Наумович**

Кандидат технических наук, доцент,  
ФГБОУ ВО «Брянский государственный инженерно-  
технологический университет»  
prussbor@gmail.com

**Романов Виктор Александрович**

Кандидат технических наук, доцент,  
ФГБОУ ВО «Брянский государственный инженерно-  
технологический университет»  
vromanov62@mail.ru

**Соболева Галина Николаевна**

Кандидат технических наук, доцент,  
ФГБОУ ВО «Брянский государственный инженерно-  
технологический университет»  
soboleva.g.n@mail.ru

*Аннотация.* В статье описана разработанная информационная система, позволяющая осуществлять геодезические расчеты. Разработанная система имеет удобный интерфейс и достаточное количество функций, позволяющих пользователю получать решения как в числовом виде, так и в виде графических изображений. С помощью разработанной системы решаются основные геодезические задачи, изучаемые студентами в рамках курса геодезии. Результаты апробации информационной системы показывают, что она корректно и точно выполняет требуемые расчеты и при этом сама система удобна и проста в обращении.

*Ключевые слова:* информационная система, автоматизация расчетов, геодезия.

Для решения данной задачи нами было принято решение о разработке информационной системы геодезических расчетов, которая позволила бы оперативно и качественно их выполнять и позволяла студентам овладеть методами обработки геодезических измерений [4].

После обзора специализированной и учебной литературы нами определялись задачи, которые будут решаться разрабатываемой системой. Исходя из этого были определены модули входящие в информационную систему.

В информационной системе изначально будут реализованы следующие задачи:

1. Базовые геодезические задачи:
  - 1.1. Прямая геодезическая задача;
  - 1.2. Обратная геодезическая задача;
2. Специализированные геодезические задачи:

- 2.1. Расчет дирекционного угла;
- 2.2. Поиск точки пересечения двух прямых.
- 3. Задачи на объем:
  - 3.1. Вычисление объема цилиндра (горизонтальный);
  - 3.2. Вычисление объема цилиндра (вертикальный).
- 4. Операции с градусами:
  - 4.1. Нормализация угла/направления;
  - 4.2. Нормализация широты;
  - 4.3. Нормализация долготы.
- 5. Преобразования:
  - 5.1. Преобразование координат из ПЗ-90 в WGS-84;
  - 5.2. Преобразование координат из WGS-84 в ПЗ-90;
  - 5.3. Преобразование координат из геодезической СК в СК Гаусса — Крюгера;
  - 5.4. Преобразование координат из СК Гаусса — Крюгера в геодезическую СК.
- 6. Вычисления:
  - 6.1. Расстояние от точки до створной линии;
  - 6.2. Координаты точек от створной линии;
  - 6.3. Вычисление площади фигуры по её координатам.

Затем нами осуществлялось проектирование данной системы, в ходе которого определялись средства разработки, прорабатывалась ее архитектура, интерфейс [5], система динамических модулей, система вспомогательных средств и фреймворка автоматических вычислений (см. рис. 1).



Рис. 1. Архитектура разрабатываемого проекта

Ввиду того, что система будет решать довольно большое количество различных задач и возможно потребуется расширение ее базового функционала, было принято решение о соответствии принципам SOLID, что в будущем позволит довольно быстро добавлять или изменять список выполняемых программой задач.

В качестве основного языка разработки данного приложения был выбран Python, так как для данного проекта он имеет ряд преимуществ. Первое, но не самое важное из них, это рефлексия времени выполнения, благодаря которой становится возможным динамическое изменение программы.

В то же время, если бы был выбран язык без поддержки рефлексии времени выполнения разработка программы была бы затруднена, так как скорее всего

пришлось бы с нуля разрабатывать динамическую загрузку модулей. Также важным преимуществом Python является кроссплатформенность, позволяющая использовать стандартные динамические загружаемые библиотеки [6].

В качестве инструмента разработки была выбрано решение от компании JetBrains Community Edition 2022, так как его интерфейс достаточно удобен для разработки приложений на Python, а также он предоставляет удобные вспомогательные функции для разработчиков. При создании графической части приложения была выбрана библиотека PySide6 и входящие в нее компоненты (PySide6 — Designer, PySide6 — RCC, PySide6 — UIC).

Говоря об архитектуре следует отметить, что системе может потребоваться расширение функционала, в дополнении к решению стандартных задач. Для удобства работы в таких условиях потребуется разработать систему динамических модулей, при каждой загрузке программы они будут автоматически загружаться в неё. Внутри этой системы каждый модуль будет «притворяться» самостоятельным приложением и «забирать» управление всем приложением.

В качестве «базы» этих модулей будет выступать система базового приложения, она будет предоставлять базовый интерфейс и различные опции для взаимодействия пользователей с модулями.

Две перечисленные выше системы фактически являются фронтендом приложения и выносить в них довольно громоздкие геодезические вычисления (учитывая довольно большое количество валидаций входных значений) и как следствие «раздувать» код модулей (а также нарушать принципы SOLID), кажется не очень хорошей практикой, поэтому следующей архитектурной частью программы станет фреймворк геодезических вычислений.

Также для облегчения написания кода модулей разработана вспомогательная подсистема с различными функциями. В нее включены «функции-помощники», такие как, стандартное поведение при загрузке и отображении модуля и различный функционал для взаимодействия модулей с базовой программой.

При разработке базового приложения и проектировании его интерфейса следует помнить о том, что требуется место для динамически загружаемых модулей, для интерфейса самого модуля и место для его справочной информации, а также следует выделить место для отображения карты, на которую модули будут (опционально) выводить полученный результат. Это облегчает освоение и использование программы пользователями с разными навыками работы.

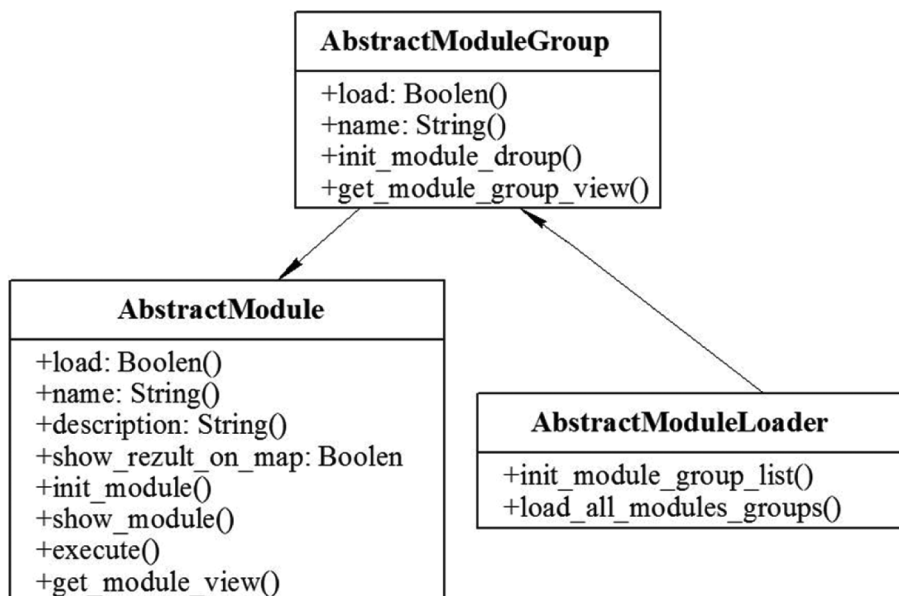


Рис. 2. Структура динамической системы загрузки модулей

Для обеспечения работоспособности и единообразия всей модульной системы нами разработаны отвечающие всем требованиям подсистемы базовые классы описанных выше компонентов, а именно AbstractModuleGroup, AbstractModule и AbstractModuleLoader (см. рис. 2).

Таким образом, базовое приложение взаимодействует с системой динамических модулей, с помощью загрузчика модулей, который в свою очередь загружает модули объединенные в логические группы.

Следующим этапом разработки информационной системы стало проектирование и создание системы вспомогательных инструментов (см. рис. 3).

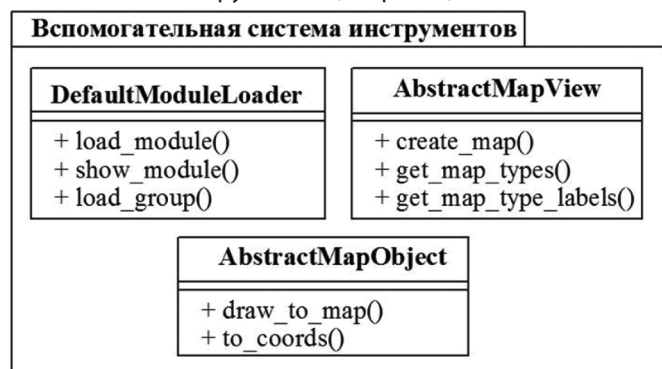


Рис. 3. Структура вспомогательной системы инструментов

Для удобства разработки и значительного сокращения кода стандартные действия вынесены в отдельный класс DefaultModuleLoader, который имеет три метода:

1. LoadModule — загрузка и добавление модуля в общий интерфейс программы;
2. ShowModule — стандартная политика отображения модуля;

3. LoadGroup — стандартная политика загрузки всей группы и её последующего отображения.

При проектировании базового приложения было решено добавить в него карту для наглядного отображения результатов геодезических вычислений. Следует учесть, что возможно в будущем в данное приложение потребуется добавить различные представления карт (карта местности, карта планеты и т.п.), для этого опять же потребуется унификация интерфейса карты, класс AbstractMapView.

Данный абстрактный класс содержит три статических метода:

1. CreateMap — «главный» метод, будет обрабатывать создание карты и отображения на ней заданных параметров;
2. GetMapTypes — метод, возвращающий типы данного представления карт (например, карта планеты может быть представлена в нескольких типах: географическая, политическая, карта высот и т.п.);
3. GetMapTypesLabels — метод, возвращающий названия доступных типов данного представления карты.

Также для унификации объектов на карте (маркер, линия) создан абстрактный класс AbstractMapObject с двумя методами:

1. DrawToMap — метод, ответственный за отображение объекта на карте;
2. ToCoords — метод, возвращающий координаты объекта.

Соответственно, чтобы описать систему вычислений, нужно сначала рассмотреть систему типов, вводимую в фреймворке (см. рис. 4).

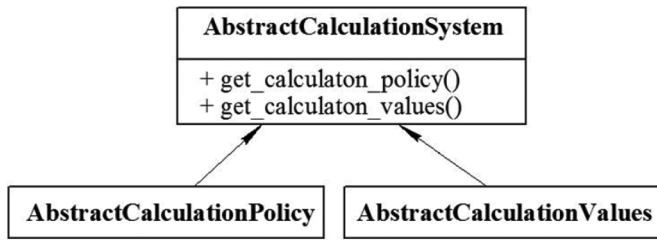


Рис. 4. Структура системы вычислений

Так как, теоретически, у разных представлений карт могут быть различные ограничения (например, у планетарной карты предел значений широты варьируется в диапазоне (от -90 до 90), у карты определенной местности диапазон может быть существенно уже, или же это может быть «бесконечная» карта в виде декартовой системы координат) проектируемый геодезический фреймворк будет спроектирован с учётом этого обстоятельства (см. рис. 5). Внутри него будет введено такое понятие как «система вычислений», она будет состоять из двух элементов:

1. Политики вычислений;
2. Предельных вычислительных значений.

Базовым типом каждого вводимого типа является AbstractMapData, содержащий всего один абстрактный метод — validate, как ясно из названия он должен отвечать за проверку значения данного типа (например, проверка соответствует ли широта диапазону (-90; 90)). У этого абстрактного класса есть довольно большое количество абстрактных потомков, именно они и составляют ядро системы типов внутри библиотеки. Рассмотрим систему типов более подробно. В нее входят следующие классы: AbstractPoint (точка на карте), AbstractLatitude (широта), AbstractLongitude (долгота), AbstractDistance (расстояние), AbstractAngle (угол/направление). Так как они все являются наследниками класса AbstractMapData — все они, а также их наследники должны переопределять метод validate, проводящий для каждого типа свою проверку на корректность введенных данных, помимо этого каждый класс имеет get — метод для получения внутреннего (числового) представления каждого типа.

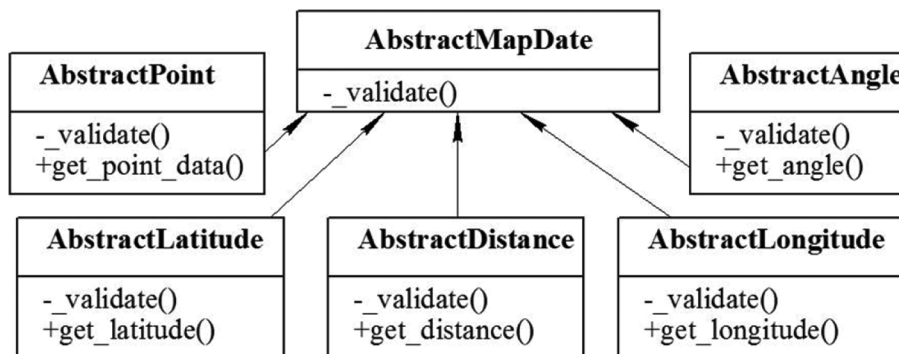


Рис. 5. Структура системы типов геодезического фреймворка

Для каждой вычислительной системы будет определен свой класс-наследник каждого из этих абстрактных методов (например, для системы вычислений на реальной карте: RealLatitude, RealLongitude и т.п.).

После небольшого экскурса в систему типов можно приступить к объяснению принципа работы политики вычислений (см. рис. 6). Класс AbstractCalculationPolicy имеет следующие свойства — методы:

1. PointType — возвращает тип точки в вычислительной системе;
2. LatitudeType — возвращает тип широты в вычислительной системе;
3. LongitudeType — возвращает тип долготы в вычислительной системе;
4. DistanceType — возвращает тип дистанции в вычислительной системе;
5. AngleType — возвращает тип угла/направления в вычислительной системе.

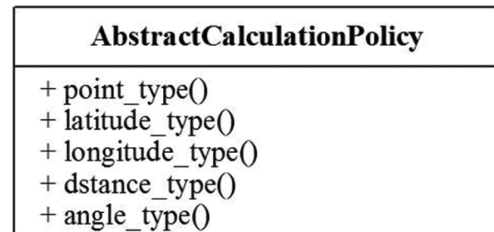


Рис. 6. Структура политики вычислений

В вычислительных геодезических задачах данный фреймворк получает данные типы и на их основе валидирует входящие значения в заданной вычислительной системе.

После создания всех перечисленных модулей нами было проведено тестирование системы и проверена правильность расчетов (см. рис. 7).

Все расчеты выполнены правильно и результаты представлены в требуемой форме. Данная система может использоваться как для геодезических расчетов, так и в учебном процессе. Безусловным преимуществом разрабатываемой информационной системы является

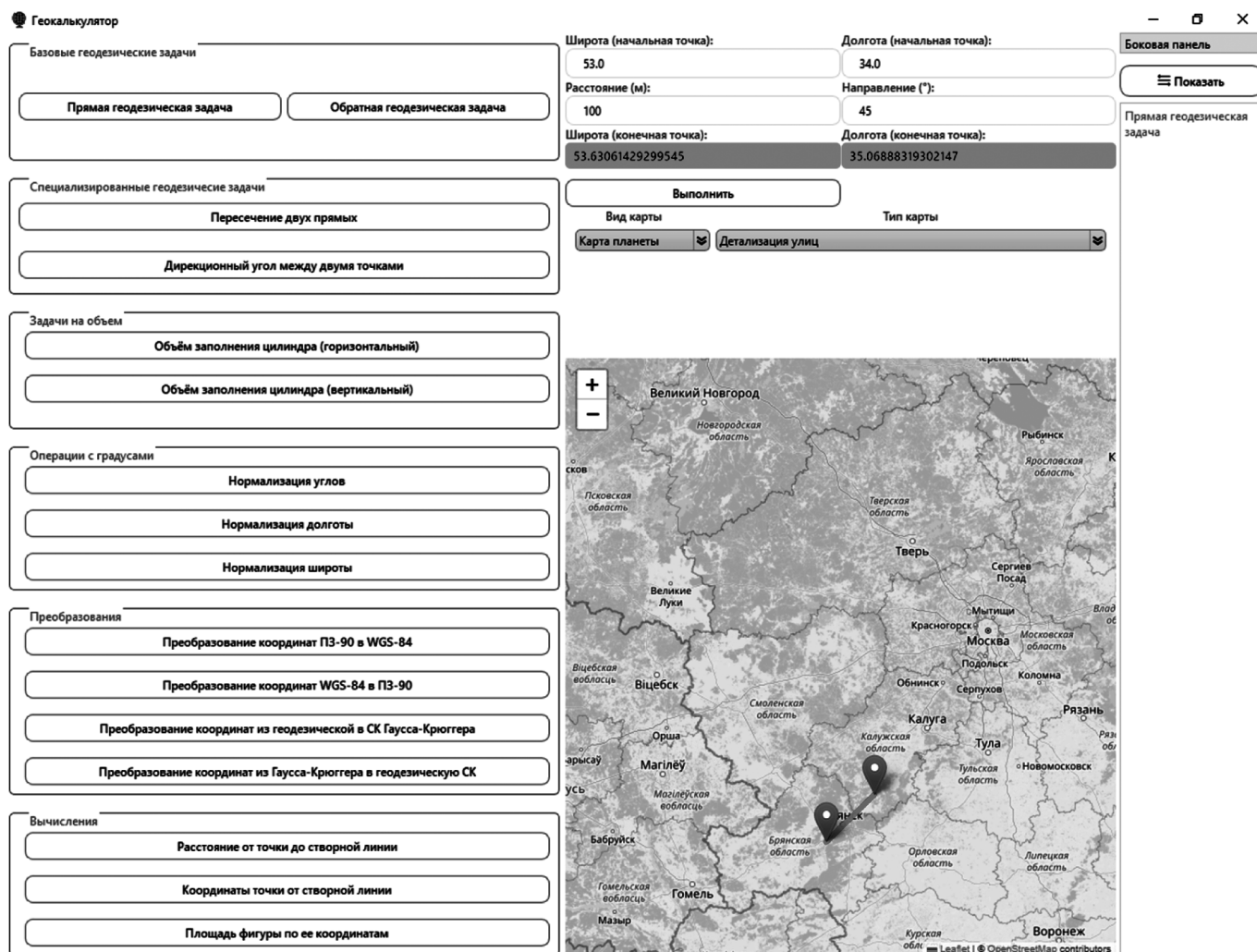


Рис. 7. Финальный вид работы программы

отображение результатов расчетов на интерактивной карте. Это способствует более глубокому погружению в процесс обучения самими учащимися, ведь так студент

будет видеть результат своей работы, а не абстрактные координаты на бумаге.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Геодезия: Учебно-методическое пособие к выполнению расчетно-графических и лабораторных работ студентами очной формы обучения по направлению 08.03.01 Строительство. Составитель: Г.Н. Соболева. — Брянск: БГИТУ, 2023. — 87 с.
2. Прусс Б.Н., Романов В.А., Голубов Е.В., Закутяев М.В. Автоматизация решения обратной геодезической задачи с использованием MS Excel // Высокие технологии, наука и образование: актуальные вопросы, достижения и инновации. Сборник статей V Всероссийской научно-практической конференции. — Пенза: МЦНС «Наука и Просвещение», 2020. — С. 37–39.
3. Прусс Б.Н., Романов В.А., Гурикова А.С., Ткачева Ю.В. Автоматизация решения прямой геодезической задачи с использованием MS Excel // Результаты современных научных исследований и разработок. Сборник статей VI Всероссийской научно-практической конференции: в 2 ч. — Пенза: МЦНС «Наука и Просвещение», 2019. — С. 69–71.
4. Соболева Г.Н. Совершенствование подготовки студентов по дисциплине «Геодезия» // Современные проблемы высшего профессионального образования. Материалы научно-методической конференции. -Брянск: БГИТА, 2015. — С. 185–190.
5. Прусс Б.Н., Романов В.А. Проектирование интерфейса АРМ коменданта общежития // Наука и образование: сохраняя прошлое, создаём будущее. Сборник статей XII международной научно-практической конференции. — Пенза: МЦНС «Наука и Просвещение», 2017. — Ч.1. — С.36–38.
6. Федоров Д.Ю. Программирование на языке высокого уровня Python: учебное пособие для прикладного бакалавриата / Д.Ю. Федоров. — М.: Издательство Юрайт, 2019. — 161 с. — URL: <https://urait.ru/bcode/437489> (дата обращения: 04.04.2024).

© Плескачева Ольга Юрьевна (pleskacheva@inbox.ru); Прусс Борис Наумович (prussbor@gmail.com);  
Романов Виктор Александрович (vromanov62@mail.ru); Соболева Галина Николаевна (soboleva.g.n@mail.ru)  
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»