

# Открытая настольная ГИС SAGA - общая характеристика

[Обсудить в форуме](#) Комментариев — 11

Эта страница опубликована в основном списке статей сайта по адресу <http://gis-lab.info/qa/saga-intro.html>

Обзор Открытой настольной ГИС SAGA (*System for Automated Geoscientific Analyses*) – история, свойства, аналитический потенциал

## Содержание

- [1 История](#)
- [2 Движущие силы развития](#)
  - [2.1 Персоналии](#)
  - [2.2 Организации](#)
  - [2.3 Исследовательские проекты](#)
- [3 Общие свойства](#)
  - [3.1 Язык программирования](#)
  - [3.2 Открытость](#)
  - [3.3 Системная архитектура](#)
    - [3.3.1 Интерфейс программирования приложения - API](#)
    - [3.3.2 Библиотека модулей](#)
    - [3.3.3 Интерфейсы](#)
      - [3.3.3.1 Графический интерфейс пользователя - GUI](#)
      - [3.3.3.2 Интерпретатор командной строки - CLI](#)
      - [3.3.3.3 Компилятор Simplified Wrapper and Interface Generator – SWIG](#)
  - [3.4 Интероперабельность](#)
    - [3.4.1 Платформы и инсталляция](#)
    - [3.4.2 Модели и форматы данных](#)
    - [3.4.3 Системы координат и проекции](#)
- [4 Информационная инфраструктура](#)
- [5 Аналитический потенциал](#)
  - [5.1 Подготовка ДДЗ](#)
  - [5.2 Работа с данными LiDAR](#)
  - [5.3 Анализ изображений](#)
  - [5.4 Анализ ЦМР](#)
  - [5.5 Геостатистика](#)
  - [5.6 Моделирование](#)
- [6 SAGA и другие Открытые ГИС](#)
- [7 Заключение](#)
- [8 Ссылки по теме](#)

## История



Идея разработки нового ПО возникла в конце 1990-х на кафедре физической географии (теперь – [ландшафтной экологии](#)) факультета геологических наук и географии Гёттингенского университета во время работы над несколькими научно-исследовательскими проектами. Исследования фокусировались в основном на анализе ЦМР для прогнозирования свойств почв, динамики физико-географических процессов связанных с рельефом, а также некоторых климатических параметров.

На тот момент рабочей группой использовалось несколько программ:

- SARA (System for Automated Relief Analysis), написанная на языке программирования FORTRAN77 и работающая в ОС UNIX;
- SADS (System for the Analysis and Discretisation of Surfaces) – язык C++ и ОС Windows;
- DiGeM (Digitalen Geländemodell) – также C++ и Windows.

И хотя каждая из них справлялся со своим предназначением, разрозненность функций и работа под разными ОС усложняли обмен данными. Кроме того, специфика исследовательских задач требовала разработки и внедрения новых специализированных методов пространственного анализа и моделирования. Это было сложно сделать, оперируя тремя отдельными инструментами. Поэтому прототипом нового ПО, которое смогло бы интегрировать существующие наработки и стало бы удобной базой для внедрения новых алгоритмов, был

избран DiGeM. Именно на его основе и началась разработка *S*ystem for *A*utomated *G*eoscientific

*A*nalyses – SAGA.

# Основные этапы развития ГИС SAGA

конец 1990-х	зарождение идеи разработки нового ПО на базе интеграции SARA, SADS, DiGeM
2001	начало разработки SAGA на основе DiGeM
2002-2003	SAGA становится основным рабочим инструментом исследовательской группы
февраль 2004	SAGA 1.0 опубликована под Универсальной общественной лицензией GNU
июль 2004	начало работы над SAGA 2.0 (с использованием кросс-платформенной GUI-библиотеки <a href="#">wxWidgets</a> , которая обеспечивает независимую от ОС разработку ПО)
август 2004	руководство пользователя SAGA V. Olaya
январь 2005	организация Ассоциации пользователей – SAGA User Group Association
февраль 2005	SAGA 1.2 и 2.0-beta представлена на CeBIT (Международная ярмарка ИТ, телекоммуникаций и ПО)
март 2005	SAGA 2.0 для ОС Windows и Linux
ноябрь 2005	первая конференция пользователей SAGA, Гёттинген
июнь 2006	выход SAGA 2.0(RC1)
июль 2006	первая международная конференция пользователей SAGA в рамках конференции и выставки по прикладной геоинформатике – Symposium und Fachmesse Angewandte Geoinformatik (AGIT),

Зальцбург, Австрия

июнь 2007 выход SAGA 2.0.0

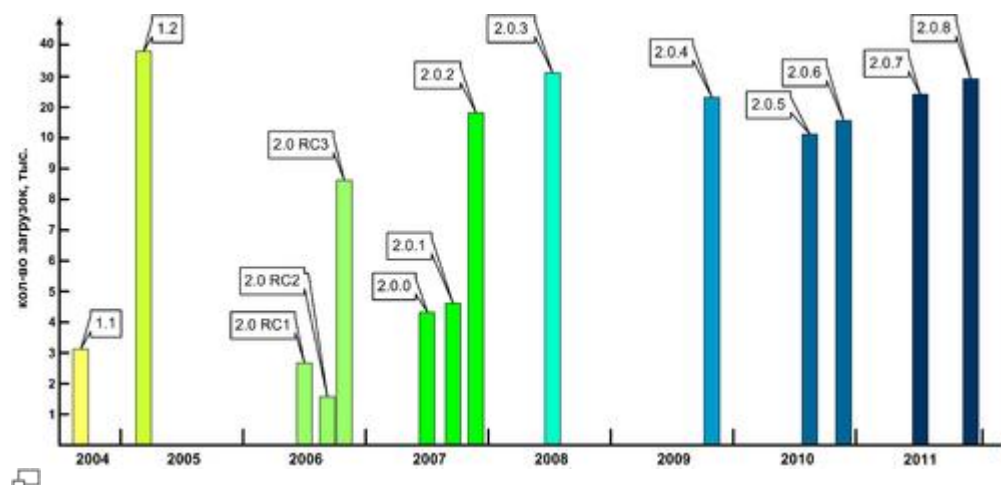
2007 центр разработки сместился на [кафедру физической географии](#) Института географии Гамбургского университета

май 2008 A. Brenning публикует RSAGA

2008-2011 последовательный выход SAGA 2.0.3-2.0.8

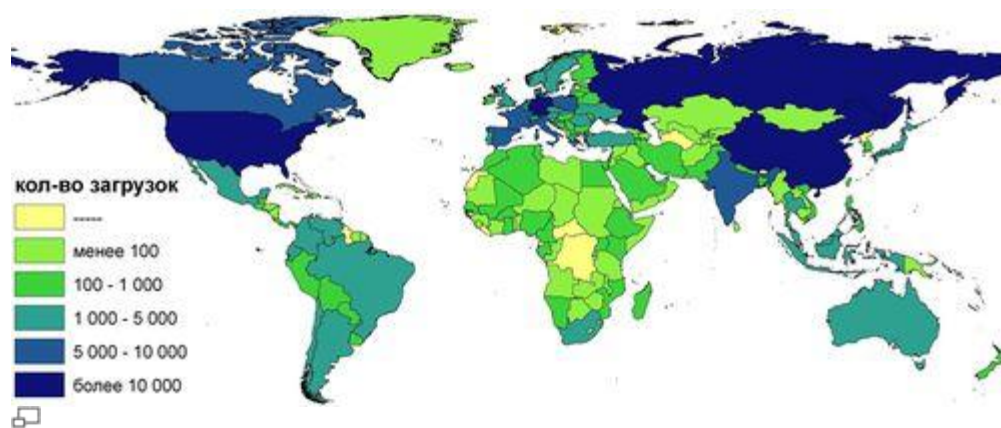
июнь 2013 SAGA 2.1.0

После регистрации проекта в феврале 2004 на хостинге Открытого ПО [SourceForge.net](#) новая версия выходит минимум раз в год, а в 2010 и 2011 – дважды.



Динамика выхода новых версий SAGA и загрузок файлов инсталляции из репозитория на SourceForge.net за период с 20.02.2004 (регистрация проекта) по 01.07.2012

С учетом аналитической направленности основная целевая аудитория ПО - представители научно-исследовательских организаций. Национальными лидерами по пользовательской активности являются Германия (родина проекта), США, Россия и Китай, а в последние годы прирост формируется за счет Индии, Бразилии, Австралии, Румынии и других.



География сообщества пользователей ГИС SAGA на основании статистики загрузок файлов инсталляции из репозитория на SourceForge.net за период с 20.02.2004 по 01.07.2012

## Движущие силы развития

### Персоналии

Ключевыми фигурами, стоящими у истоков разработки ГИС SAGA, являются заведующий кафедрой физической географии Института географии Гамбургского университета [проф., д-р Jürgen Böhner](#) и научный сотрудник кафедры [д-р Olaf Conrad](#). После выхода SAGA под Универсальной общественной лицензией GNU в 2004 году проект пополнился активными участниками и существенными вкладами:

- Victor Olaya – интеграция аналитических алгоритмов SAGA в библиотеку анализа пространственных данных [SEXTANTE](#) (Sistema Extremeno de Analisis Territorial), развитие системы и разработка модулей,

руководство пользователя

- Tomas Schorr – геоинформационная поддержка точного земледелия в проекте GEOSTEP, совместимость с Linux, Unicode и 64bit, интерфейс SAGA-Python
- Volker Wichmann – диссертация на тему моделирования гравитационно-осыпных процессов, сотрудничество с Laserdata GmbH, поддержка и документация, развитие системы и разработка модулей;
- Vern Cimmerly – документация и руководство пользователя для версии 2.0
- Alexander Brenning – плагин RSAGA, обеспечивающий доступ к модулям SAGA из среды R
- J. van de Wauw – поддержка и распространение версий для Linux (Debian, Ubuntu), исправление ошибок, разработка модулей,

а также многими другими, занятыми преимущественно доработкой модулей и документации.

## Организации

Развитие SAGA подчиняется исследовательским интересам ее изобретателей, разработчиков и активных пользователей, которые являются представителями различных объединений. «Колыбелью» проекта стала кафедра физической географии Гёттингенского университета, а в 2007 году центр разработки переместился на [кафедру физической географии](#) Института географии Гамбургского университета. В «академическое ядро» поддержки SAGA также входят:

- [Институт физической географии и ландшафтной экологии](#), Ганноверский университет Вильгельма Лейбница;
- Центр геоинформатики [Z GIS](#), Зальцбургский университет;
- [Отделение географии](#), Боннский университет;
- [Кафедра физической географии](#), Католический университет Айхштет-Ингольштадта;
- [Лаборатория ДЗ и ГИС](#), Кёльнский университет;
- [Институт агроэкологии](#) / RLP AgroScience федеральной земли Рейнланд-Пфальц.

Коммерческая сторона представлена компаниями:

- [SciLands GmbH](#), Гёттинген - объединяет географический анализ с современными информационными технологиями для решения различных задач в сфере ландшафтных и геоэкологических исследований. Благодаря сотрудничеству с научно-исследовательскими и коммерческими организациями, SciLands внедряет ГИС SAGA в решение практических задач
- [Laserdata GmbH](#), Иннсбрук - использует SAGA в качестве основы развития собственного ПО для обработки и анализа данных лидарной съемки – [LiDAR Software](#) (LiS). В результате такого взаимовыгодного сотрудничества SAGA совершенствует свои возможности обработки и анализа данных лазерного сканирования

## Исследовательские проекты

Аналитический потенциал SAGA востребован и динамично развивается благодаря участию ее создателей и разработчиков в целом ряде научно-исследовательских проектов:



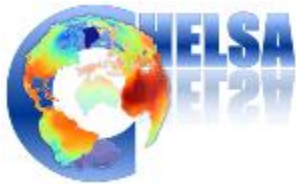
[CARBIOCIAL](#) – Carbon sequestration, biodiversity and social structures in Southern Amazonia

Моделирование и реализация углеродно-оптимизированных стратегий землепользования. В рамках проекта проф., д-р Jürgen Böhrer с коллегами занимается [разработкой и внедрением](#) иерархической цепочки моделей для имитации изменчивости регионального климата и климатических изменений в Южной Амазонии.



[The Future Okavango](#)

Научная поддержка устойчивого земле- и ресурсопользования в бассейне р. Окаванго. Основные усилия сосредоточены на [субпроекте](#) ландшафтного анализа с применением ГИС, экологического моделирования и поддержки решений интегрированного управления ресурсами.



CHELSA –  
Climatologies at High  
Resolution for the  
Earth's Land Surface  
Areas

[LEM 200](#) – A  
Landscape Evolution  
Model

[SAGA-REKLIM](#)



KlimaCampus

[CliSAP](#) – Integrated  
Climate System  
Analysis and  
Prediction

ALADIN

Проект реализуется в процессе сотрудничества кафедры физической географии (Гамбургский университет) с [Институтом системной ботаники](#) (Цюрихский университет) и [Исследовательской группой по биоразнообразию, макроэкологии и природоохранной биогеографии](#) (Гёттингенский университет).

Разработка процессной ландшафтной модели для прогнозирования распространения и свойств перигляциальных отложений. Работы ведутся совместно с Германским государственным институтом геологических наук и природных ресурсов.

Изменения климата и лесное хозяйство: исследования и разработка для проблемно-ориентированной регионализации пространственно распределенных климатических данных на основе ГИС SAGA (земля Баден-Вюртенберг).

Пространственная регионализация городских климатов с высоким пространственным разрешением на основе статистико-динамического масштабирования с применением технологий ДЗ.

Разработка ГИС-методов анализа данных лазерного сканирования, как информационного источника для управления опасными природными явлениями. Проект осуществлялся при финансовой поддержке исследовательско-консультативного центра по адаптации к климатическим изменениям в горных районах [alpS GmbH](#).

## Общие свойства

### Язык программирования

SAGA написана на языке программирования C++, позволяющем осуществлять объектно-ориентированное проектирование системы. Наличие готовых универсальных открытых исходных кодов на C++ дает возможность инкорпорировать их в разрабатываемое приложение. Это существенно упрощает и ускоряет сам процесс разработки.

### Открытость

SAGA является ПО с открытым исходным кодом, или проще – Открытым ПО, т.к. ее использование регулируется следующими лицензиями:

- Универсальная общественная лицензия GNU ([GNU General Public License version 2.0](#) – GPLv2) – регулирует использование графического интерфейса пользователя (Graphical User Interface – GUI) и большинства модулей. Согласно ее условиям программы, использующие GPL-коды, должны распространяться на условиях аналогичных условиям их получения, т.е. как Открытое ПО;
- Универсальная общественная лицензия ограниченного применения GNU ([GNU Library or Lesser General Public License version 2.0](#) – LGPLv2) – касается интерфейса программирования приложений (Application Programming Interface – API). Исходя из условий этой лицензии программы, использующие LGPL-коды, не обязаны публиковаться как Открытое ПО, т.е. некоторые модули SAGA все же могут оставаться проприетарными.

Открытость ПО предоставляет пользователю четыре уровня свободы, основой которых является свободный доступ к исходному коду:

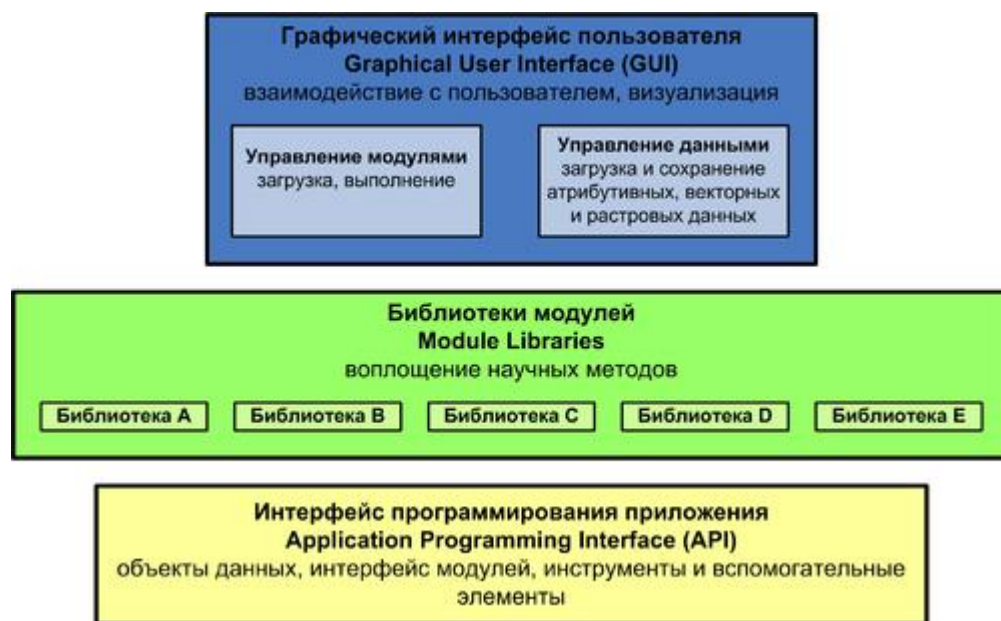
1. использовать ПО для любых собственных целей;
2. изучать принципы его работы и модифицировать;
3. свободно распространять копии;
4. совершенствовать и публиковать производные продукты как общедоступные.



Следствиями этих свобод в узком практическом смысле являются бесплатность ПО, прозрачность, международное сообщество разработчиков. С исследовательской точки зрения особую роль играет прозрачность, т.к. важным условием практической адаптации любой методики является независимая проверка ее корректности и воспроизводимости. Обеспечить такие возможности в полной мере может именно Открытый доступ к ПО, т.е. к его исходному коду и алгоритмам.

## Системная архитектура

В основе модульной системной архитектуры SAGA находятся три блока – интерфейс программирования приложения (Application Programming Interface – API), библиотеки модулей и (графический) интерфейс пользователя. По своей сути API и библиотеки модулей являются не отдельными исполняемыми файлами, а динамическими библиотеками: для Microsoft Windows - .dll (dynamic link libraries), UNIX-подобных систем - .so (shared objects), Mac OS - .dylib (dynamic libraries). Доступ к ним осуществляется через интерфейс(ы) пользователя.



Системная архитектура ГИС SAGA (Conrad, 2006)

### Интерфейс программирования приложения - API

API - основа приложения, предоставляющая модели объектов геоданных, множество вспомогательных классов и функций, а также определения для программирования модулей и разработки новых методов.

### Библиотека модулей

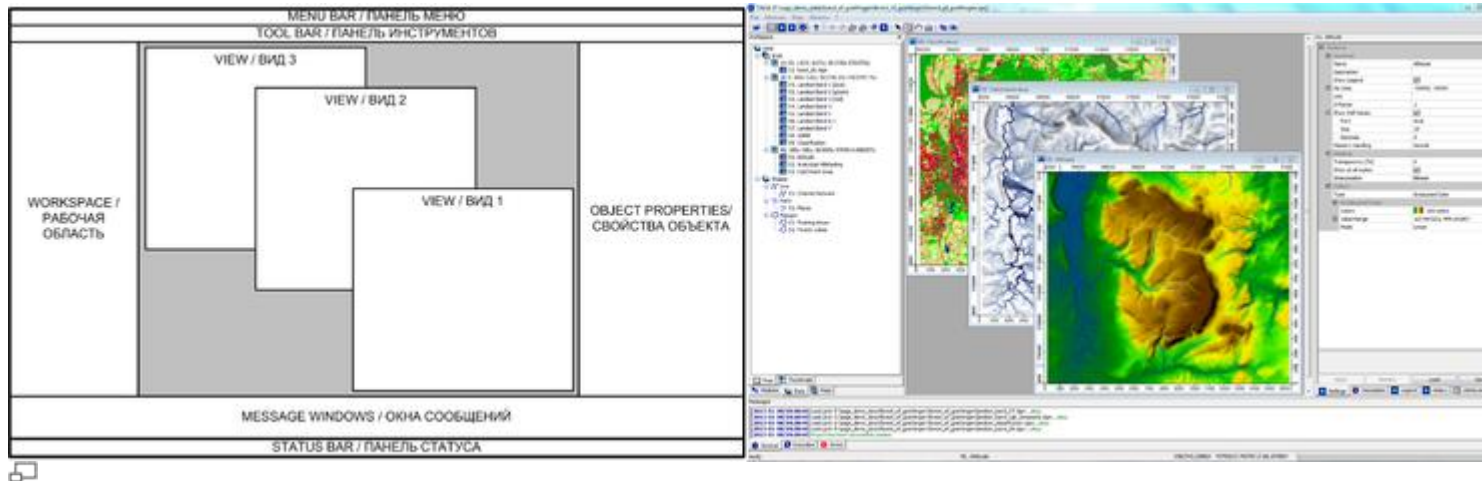
Предоставляемые SAGA операции реализованы в виде отдельных модулей и сгруппированы в соответствии со своим функционально-тематическим предназначением, как динамические библиотеки. С одной стороны, это поддерживает независимость методов, а с другой – обеспечивает их взаимосвязь с общей структурой. Большинство модулей выпущено под лицензией GPL, а их число постепенно увеличивается.

версия	год	число библиотек	число модулей
1.2	2005	34	119
2.0.0	2007	42	234
2.0.3	2008	48	300
2.0.4	2009	49	330
2.0.5	2010	56	401
2.0.7	2011	63	446
2.0.8	2011	63	467
2.1.0	2013	67	586
2.1.1	2014	68	652

## Интерфейсы

### Графический интерфейс пользователя - GUI

GUI один из внешних интерфейсов SAGA, который обеспечивает пользователю общий контроль и интуитивное взаимодействие с системой. Он отвечает за управление, анализ и визуализацию данных. Кроме панелей меню, инструментов и статуса, которые являются типичными элементами графического интерфейса большинства современных программ, GUI SAGA связывает пользователя с тремя дополнительными элементами контроля: рабочей областью, свойствами объекта и окнами сообщений.



Элементы GUI SAGA (Conrad, 2006)

Рабочая область (Workspace) контролирует окна-вкладки модулей (Modules), данных (Data) и карт (Maps). Каждая такая вкладка может иметь вид иерархического дерева (Tree) или набора пиктограмм (Thumbnails) через которые можно получить доступ к соответствующим объектам, которые контролируются данным элементом. Подключенные библиотеки модулей отображаются в рабочей вкладке модулей вместе с перечнем модулей, которые они объединяют. Аналогичным образом картографические компоновки (виды) отображаются на вкладке карт, а иерархически отсортированные по типам объекты данных – на вкладке данных.

В зависимости от того какой объект в рабочей области выбран, контрольная панель свойств объекта (Object Properties) демонстрирует специфический набор вкладок, которые с ним ассоциируются. Общими для всех объектов является вкладки настроек (Settings) и характеристики (Description). Если в рабочей области выбран модуль, то вкладка настроек будет содержать параметры, которые необходимо установить для выполнения модуля. Вкладка характеристики соответственно будет содержать информацию об авторе, алгоритме и параметрах модуля.

В случае выбора объекта данных вкладка настроек дает контроль над такими его свойствами как название, использование дискового пространства, особенности визуализации. Описание объекта дополняется историей (History), которая позволяет восстановить процесс создания и обработки набора данных. Другие вкладки, связанные с объектом, позволяют редактировать атрибуты (Attributes) векторных слоев данных или отображать легенду (Legend) выбранной карты.

Окно сообщений (Messages) содержит три вкладки для: общих сообщений (General), сообщений о выполнении модулей (Execution) и сообщений об ошибках (Errors).

### Интерпретатор командной строки - CLI

CLI SAGA позволяет управлять работой модулей через оболочку командной строки. Хотя такой способ и не очень удобен для пользователя, он дает возможность использовать пакетные скрипты для большей автоматизации рабочего процесса. Это особенно удобно, т.к. в GUI SAGA шаблон пакетного скрипта для любого модуля может быть создан автоматически через его контекстное меню.

### Компилятор Simplified Wrapper and Interface Generator – SWIG

[SWIG](#) – инструмент для связывания программ и библиотек написанных на C/C++ с высокоуровневыми скриптовыми языками. Строго говоря, SWIG не является интерфейсом как таковым, однако он играет важную

роль в обеспечении взаимодействия со скриптами. Именно через SWIG становится возможным связывание API и модулей SAGA с такими языками как Tcl, Perl, Python, Java, C#, R.

На сегодняшний день полностью готовым к работе является только интерфейс для Python, интерфейс Java находится в активной разработке (V. Wichmann). Также, с учетом возможности практически полного контроля функциональности SAGA из среды R, ожидается скорое появление интерфейса и для него.

## Интероперабельность

SAGA изначально задумывалась как ГИС способная выполнять 4 основных функции – сбор, управление, анализ и представление данных. Ключевым свойством для их осуществления является интероперабельность или гибкость во взаимодействии с различными аппаратными базами, ОС и ПО, способами представления данных, пространственными характеристиками.

## Платформы и инсталляция

SAGA работает под ОС MS Windows, Linux, MacOS X, FreeBSD. Положительными чертами являются ее небольшой «вес» (в установленном виде ПО занимает менее 100 Мб дискового пространства), а также возможность использования в качестве портативного ПО на основе пакета бинарных файлов, т.е. обойтись без формальной инсталляции.

## Модели и форматы данных

Являясь гибридной ГИС, SAGA поддерживает векторную и растровую модели данных, с акцентом на анализ растров. Она также дает возможность работать с TIN, хотя эта функция, не являясь приоритетной для создателей, реализована здесь слабо. Благодаря тесному сотрудничеству с Laserdata GmbH, большое внимание уделяется обработке «облаков точек» (point cloud data) – специфическому виду данных, получаемому в результате лидарной съемки.

Возможность работать с различными форматами файлов геоданных обеспечивается библиотеками GDAL/OGR. [GDAL](#) (Geospatial Data Abstraction Library) предоставляет использующему приложению единую обобщенную модель форматов файлов растровых данных. По состоянию на 07.01.2012 число поддерживаемых GDAL форматов достигло 128. Аналогичным образом [OGR](#) (OGR Simple Features Library) поддерживает работу с 70 форматами файлов векторных данных.

В SAGA реализована пространственная поддержка [PostgreSQL](#) через [PostGIS](#), также она может взаимодействовать с базами данных через интерфейс Open Data Base Connection (ODBC) - взаимосвязь выполнена посредством библиотеки [Oracle, Odbc and DB2-CLI Template Library \(OTL\) v.4.0](#).

## Системы координат и проекции

За поддержку широкого набора систем пространственных параметров в SAGA отвечают две библиотеки картографических проекций. Первая – [PROJ.4](#) – проект OSGeo под руководством Frank Warmerdam, который основывается на работе Gerald Evenden для Геологической службы США. Вторая – Mensuration Services Program (MSP) [GeoTrans](#) (Geographic Translator), развиваемая National Geospatial-Intelligence Agency. Обе обеспечивают простоту конвертации географических координат и трансформаций при переходе между системами координат, проекциями, датумами.

## Информационная инфраструктура

Ее основу составляет официальный веб-сайт – [saga-gis.org](#), который выполняет информирующую и интегрирующую функции, а также отвечает за привлечение потенциальных пользователей. Онлайн-овое хранилище файлов на [SourceForge.net](#) обеспечивает контроль над проектом, хранение и распространение файлов инсталляции и документации, реализацию связи между пользователями и разработчиками. Важным элементом оперативной поддержки является [форум](#). Ведется работа над наполнением [SAGA Wiki](#), которая пока представляет лишь базовый каркас будущего содержимого.

Учитывая широкий [перечень](#) доступных учебно-информационных материалов, проект можно отнести к



хорошо документированным. Для SAGA написано руководство пользователя (1 том: интерфейс и базовые функции; 2 том: работа с некоторыми модулями) к которому прилагаются тренировочные наборы данных. В открытом доступе также находятся публикации авторов и активных пользователей в академических изданиях, которые углубленно знакомят с реализованными в SAGA алгоритмами и освещают вопросы ее применения для решения прикладных задач. Полезными могут быть и учебные материалы, подготовленные для курсов [GEOSTAT](#), посвященных статистическому анализу пространственных и пространственно-временных данных с применением бесплатного и открытого ПО – R, SAGA, GRASS, FWTools, Google Earth и прочего. Функциональные возможности SAGA детально рассматривались в рамках [семинаров 2011 года](#).

## Аналитический потенциал

Операции в SAGA реализуются посредством модулей. Не все они являются сложными инструментами анализа и моделирования, многие выполняют простые общепринятые операции обработки данных. Однако благодаря своим академическим корням, SAGA уделяет значительное внимание воплощению актуальных подходов к анализу данных, поэтому часть модулей объединяет современные аналитические алгоритмы. Примечательно, что во многих случаях существует возможность использовать несколько способов (алгоритмов) для решения одной задачи и, сопоставив результаты, выбрать наиболее эффективный.

### Подготовка ДДЗ

ДДЗ нуждаются в специальной подготовке, т.к. в необработанном виде содержат некоторую шумовую компоненту. Интенсивность шума и характер его распределения отличаются значительной неоднородностью, что усложняет его выделение и устранение. Поэтому особенно важно то, что SAGA предоставляет полезные инструменты предварительной обработки и коррекции ЦМР и изображений.

Большая их часть представлена библиотекой фильтров, где помимо общепринятых низко- и высокочастотных представлены специализированные анизотропные (неоднородные) алгоритмы фильтрации. Например, разнонаправленный фильтр Ли (Grid – Filter / Multi Direction Lee Filter), анализируя значения по 16 направлениям, позволяет устранить крапчатый шум с сохранением начального уклона поверхности и узких долин. Фильтр для ЦМВ на основе уклона поверхности (Grid – Filter / DTM Filter slope-based) учитывает угол наклона между соседними ячейками и помогает отделить земную поверхность (bare earth) от расположенных на ней объектов, что может быть использовано при обработке данных лазерного сканирования. Предложенные [А. Perego фильтры](#) (Contributions – A. Perego / Destriping 1, 2) помогут устранить регулярный шум (чередующиеся полосы), характерный для данных SRTM.

Для растровых изображений есть возможность использовать фильтры из общей библиотеки или ViGrA, а также проводить топографическую коррекцию (Terrain Analysis – Lighting, Visibility / Topographic Correction).

Важную роль в проведении дальнейшего геоморфометрического анализа играет гидрологическая коррекция ЦМР (Terrain Analysis – Preprocessing): заполнения впадин (Fill sinks, Sink removal), углубления тальвегов (Burn Stream Network into DEM).

### Работа с данными LiDAR

Благодаря совместной с Laserdata GmbH разработке, SAGA может не только визуализировать, но и анализировать point cloud data. Есть возможности для проведения классификации без обучения (Shapes - Point Clouds / Cluster Analysis for Point Clouds), экстракции данных по заданному признаку (Shapes – Point Clouds / Point Cloud Reclassifier / Subset Extractor), интерполяции с учетом количества зарегистрированных импульсов и диапазонов их значений (Shapes – Point Clouds / Point Cloud to Grid).

### Анализ изображений

Растровые изображения являются важным источником информации в разных областях исследований и функции их анализа представлены в SAGA весьма широко. Во-первых, это возможности тематических классификаций растров традиционными методами без обучения (Imagery – Classification / Cluster Analysis for Grids) и с обучением (Imagery – Classification / Supervised Classification), а также с применением деревьев решений (Imagery – Classification / Decision Tree).

Во-вторых, реализация сравнительно новых подходов, таких как объектно-ориентированный анализ изображений (Object Based Image Analysis – OBIA). Он направлен на выделение групп пикселей (объектов) на основе их схожести по яркости (цвету), форме, размеру, текстуре, а также по характеру различий с окружающим фоном. OBIA особенно эффективен при оконтуривании хорошо различимых объектов, а его важным преимуществом является интеграция спектральной и контекстной информации. Среди коммерческих продуктов, реализующих алгоритмы OBIA, наиболее известными являются [eCognition](#), [Feature Analyst](#), модуль ENVI [Feature Extraction](#). В SAGA возможности OBIA реализованы в модулях библиотеки Image – Segmentation / Seed Generation; Simple Region Growing; Watershed Segmentation и других.

В-третьих, интеграция двух Открытых библиотек компьютерного зрения – [OpenCV](#) (Open Source Computer Vision) и [ViGrA](#) (Vision with Generic Algorithms), объединяющих большое количество функций обработки и анализа изображений.

Ну и наконец, это возможности решения стандартных аналитических задач на основе ДДЗ, таких как расчет вегетационных индексов (Imagery – Tools / Vegetation Index), изменений наземного покрова (Imagery – Classification / Change Detection).

## Анализ ЦМР

Геоморфометрический анализ традиционно одна из сильных сторон SAGA. Весь набор доступных для расчета на основе ЦМР параметров и характеристик можно условно разделить на несколько тематических блоков:

- форма поверхности – угол наклона (Slope) и кривизны (Plan, Profile and Mean Curvatures, Convergence Index), шероховатость поверхности (Terrain Ruggedness Index), классификация элементов рельефа (Topographic Position Index, TPI Based Landform Classification);
- освещенность, видимость и количество тепла – солярная экспозиция склонов (Aspect), аналитическая отмывка рельефа (Analytical Hillshading), анализ зон видимости (Visibility), суммарная, прямая и рассеянная солнечная радиация (Potential Incoming Solar Radiation), температура земной поверхности (Land Surface Temperature);
- миграция вещества и энергии в твердом и жидком состоянии – комплексные индексы, оценивающие перераспределение твердого и жидкого стока (Topographic Wetness Index, SAGA Wetness Index, Mass Balance Index), потенциал площадной и линейной эрозии (LS Factor, Stream Power Index);
- гидрологический анализ – моделирование поверхностного стока (Catchment Area, Flow Width, Upslope Area), оконтуривание сети тальвегов и водосборных бассейнов (Channel Network, Drainage Basins).

Все это делает SAGA весьма полезной для тематического картографирования и прикладного анализа в геоморфологии, ландшафтоведении, почвоведении и гидрологии.

## Геостатистика

Геостатистический анализ – неотъемлемая часть моделирования пространственного распределения объектов и явлений, представлен в SAGA четырьмя библиотеками:

- Geostatistics – Grids – оценивание репрезентативности, вариативности, автокорреляции для растровых данных;
- Geostatistics – Kriging – вариография, интерполяция методами обычного и универсального кригинга;
- Geostatistics – Points – вариография и пространственный анализ точечных данных;
- Geostatistics – Regression – оценивание взаимосвязи между явлениями на основе регрессионного анализа их дискретных и континуальных параметров.

## Моделирование

Группа библиотек Simulation объединяет алгоритмы моделирования различных процессов в экосистемах. Библиотека Simulation – Fire Spreading Analysis основывается на системе прогнозирования распространения пожаров BEHAVE (теперь – [BehavePlus](#)), которая была разработана и поддерживается несколькими исследовательскими лабораториями Лесной службой США. С помощью модулей этой библиотеки можно оценить как риск возникновения пожаров, так и смоделировать особенности их распространения.

Две библиотеки посвящены гидрологическому моделированию. Simulation-Hydrology позволяет симулировать

поверхностный сток, оценивать содержание почвенной влаги (с учетом механического состава, особенностей землепользования и погодных условий), изучать особенности перераспределения стока в небольших бассейнах. Simulation-Hydrology: IHACRES основывается на метрической концептуальной модели осадков-стока Identification of unit Hydrographs and Component flows from Rainfall, Evaporation and Streamflow data. Она может быть использована для моделирования речного стока исходя из ежедневных данных по количеству осадков и температуре. При этом географические данные, такие как ЦМР, почвенные карты и схемы землепользования, не требуются.

Библиотека Simulation – Modeling the Human Impact on Nature объединяет модели экологических процессов, легко поддающихся влиянию человека: содержание углерода на основании изменения количества лесной подстилки, круговорот углерода в наземных экосистемах, пространственная динамика почвенного азота.

Версию 2.1.0 дополнит новый модуль моделирования эрозии MMF-SAGA Soil Erosion Model, разработанный на основе модели MMF (Morgan-Morgan-Finney). По сравнению с оригинальной работой в нем были произведены следующие усовершенствования: реализована поддержка пространственно распределенного моделирования, введены дополнительные переменные - слой тальвегов, продолжительность осадков, мощность (глубина) стока. С детальным описанием модели и ее параметров можно ознакомиться в [диссертационном исследовании Setiawan, M. A. \(2012\) "Integrated Soil Erosion Management in the upper Serayu Watershed, Wonosobo District, Central Java Province, Indonesia"](#), Faculty of Geo- and Atmospheric Sciences of the University of Innsbruck, Austria.

Представленные модели, как и любые другие, не могут дать абсолютно достоверный вариант, однако они помогают понять особенности динамики наиболее значимых процессов в ландшафте, а также их зависимость от различных условий среды. Поэтому их использование может быть весьма полезным при изучении свойств и динамики экосистем.

## SAGA и другие Открытые ГИС

Учитывая аналитическую направленность, аналогами SAGA среди Открытых ГИС являются GRASS и ILWIS, – именно они самостоятельно воплощают большинство алгоритмов и функций современного пространственного анализа. Такие популярные продукты как QuantumGIS, gvSIG, JUMP и другие свой аналитический потенциал реализуют через дополнительные надстройки, вобравшие в себя функционал GRASS/ SAGA/ ILWIS. Например, через GUI QGIS можно получить доступ к инструментам GRASS, а библиотека SEXTANTE способна интегрироваться с наиболее распространенным открытым и проприетарным ПО ГИС.

Отметим, что полноценная сравнительная характеристика функциональности ПО ГИС возможна в том случае, если оно опираются на использование абсолютно идентичных алгоритмов. А это значит, что для Открытых ГИС такой анализ трудноосуществим, т.к. они характеризуются большим разнообразием возможностей и даже внутри одного ПО можно найти несколько способов решения одной задачи. Например, SAGA позволяет моделировать распределение поверхностного стока 9 различными способами, а для оценки угла наклона поверхности предоставляет 7 алгоритмов. Поэтому сравнительная таблица сосредоточена на обобщенных характеристиках, которые, тем не менее, дадут представление о возможностях ПО и сложности его освоения.

# Сравнительная характеристика SAGA, GRASS и ILWIS

	SAGA	GRASS	ILWIS
	<i>Общие</i>		
Полное название	System for Automated Geoscientific Analyses	Geographic Resources Analysis Support System	Integrated Land and Water Information System
Координирующая организация	кафедра физ. географии, Ин-т	OSGeo	52°North Initiative for Geospatial Open Source Software GmbH

	географии, Гамбургский ун-т	управление данными, обработка	
Направленность	пространственный анализ и моделирование, аналитическая визуализация	изображений, пространственное моделирование, аналитическая визуализация, картографическая визуализация	анализ (растровых) данных, обработка изображений, картографическая визуализация
Официальный веб-сайт	<a href="http://saga-gis.org/">http://saga-gis.org/</a>	<a href="http://grass.osgeo.org/">http://grass.osgeo.org/</a>	<a href="http://52north.org/communities/ilwis/">http://52north.org/communities/ilwis/</a>
Начальный релиз	2001	1984	1988
Актуальная версия	2.1.1 от 09.01.2014	6.4.3 от 30.07.2013	3.08.03 от 22.03.2013
Лицензия	LGPL для API, GPL	GPL	GPL
Язык программирования	C++	C, Tcl/Tk, Python	C
Платформы	MS Windows, Linux, MacOS X, FreeBSD	MS Windows, Linux, MacOS X, FreeBSD и многие другие	MS Windows, а Linux, Mac OS X – через приложение Wine
Импорт/ экспорт растровых/ векторных данных	GDAL/ OGR	GDAL/ OGR	GDAL и поддержка большинства векторных форматов (.e00, .lin, .pts, .asc, .shp, .bna, .dxf, .smt, .seq)
Поддержка стандартов OGC	WMS, WFS	WMS, WFS, SFS, GML	WMS, WFS, SFS, GML
Чтение/ запись БД	±	+	±
Возможности скриптового расширения	Python, консольные скрипты	Shell, Bash, Python, Perl	собственный скриптовый язык ILWIS
Уровень пользователя <sup>1</sup>	новичок – исследователь	опытный – исследователь	новичок - исследователь
Дружественный GUI	+	±	+
Документированность	±	+	±
Координатные трансформации/ проекции	PROJ.4, GeoTrans	PROJ.4	собственная библиотека, в т.ч. проекции для геостационарных спутников
Стандартные возможности ГИС (сбор, анализ, управление, визуализация)	+	+	+
Общее число функций (модулей)	более 600	более 400	более 100
<b>Аналитические возможности</b>			
Работа с данными LiDAR	+	+	–
Подготовка ДДЗ (фильтрация, орторектификация)	+	+	+
<i>Анализ изображений:</i>			
классификация с обучением	+	+	+
классификация без обучения	+	+	+
объектно-ориентированный анализ изображений	+	±	–
<i>Анализ ЦМР:</i>			
форма поверхности	+	+	+
освещенность, видимость,	+	+	±

количество тепла

комплексные	+	+	+
топографические индексы	+	+	±
гидрологический анализ	+	+	±
Геостатистика	+	± через интерфейс R-GRASS	+
Контроль из среды R	+	+	—
Моделирование и симуляции	±	+	—

1. [↑](#) Градация уровней пользователя: новичок (просмотр); опытный (редактирование и базовый анализ); эксперт (углубленный анализ); исследователь (углубленный анализ и программирование)

## Заключение

Благодаря качественной реализации большого числа алгоритмов пространственного анализа, SAGA – одна из наиболее сильных на сегодняшний день ГИС аналитической направленности. Помимо этого, ее положительными сторонами являются: поддержка большого числа форматов файлов пространственных данных, обширная библиотека проекций, дружелюбность интерфейса, эффективность использования дискового пространства и высокая производительность, возможности расширения и доработки. В качестве недостатка отметим нехватку и разрозненность документации – для некоторых модулей иногда полностью отсутствует описание алгоритма и настраиваемых параметров, что может стать камнем преткновения в освоении.

Дальнейшие перспективы развития связываются с совершенствованием API и GUI, доработкой взаимодействия с Java, R, а также подготовкой более полной документации.

## Ссылки по теме

- [Официальный веб-сайт SAGA](#)
- [Файловый репозиторий на SourceForge.net](#)
- [Материалы семинара GEOSTAT-2011](#)
- Conrad, O. (2006). [SAGA – program structure and current state of implementation](#) // SAGA – Analysis and Modelling Applications. Göttinger Geographische Abhandlungen, 115, p. 39-52.
- Hengl, T., Grohmann, C.H., Bivand, R.S., Conrad, O., & Lobo, A. (2009). [SAGA vs GRASS: A Comparative Analysis of the Two Open Source Desktop GIS for the Automated Analysis of Elevation Data](#) // R. Purves, S. Gruber, R. Straumann, & T. Hengl (Eds.), Geomorphometry 2009 Conference Proceedings, p. 22-27.

[Обсудить в форуме](#) Комментариев — 11

Последнее обновление: 2014-05-15 00:20

Дата создания: 20.07.2012

Автор(ы): [Дарья Свидзинская](#)