

Е. В. Комиссарова^{1}, Е. Е. Крапивина¹*

Сравнение современных способов автоматизации процессов цифрового картографирования

¹Сибирский государственный университет геосистем и технологий, г. Новосибирск,
Российская Федерация
* e-mail: komissarova_e@mail.ru

Аннотация. В статье представлено сравнение современных способов автоматизации процессов цифрового картографирования. Применение способов автоматизации процессов цифрового картографирования – это перспективное направление в современной картографии, позволяющее оптимизировать и облегчить процессы создания цифровых карт. В статье проанализирована и обобщена информация о современных способах автоматизированного дешифрирования, а также разработана блок-схема процесса автоматизированного дешифрирования с учителем. Разработана система критериев оценки современных программных средств, и на ее основе составлена сравнительная таблица наиболее популярных геоинформационных систем, используемых в Российской Федерации. Сделаны выводы о применении автоматизированных методов цифрового картографирования для решения различных задач.

Ключевые слова: цифровое картографирование, автоматизированное дешифрирование, автоматизация процессов цифрового картографирования

Е. В. Komissarova^{1}, Е. Е. Krapivina¹*

Comparison of modern methods of automation of digital mapping processes

¹Siberian State University of Geosystems and Technologies, Novosibirsk, Russian Federation
* e-mail: komissarova_e@mail.ru

Abstract. The article presents a comparison of modern methods of automation of digital mapping processes. Automation of digital mapping processes is a promising direction in modern cartography, which makes it possible to optimize and facilitate the production of digital maps. The article analyzes and summarizes information about modern methods of automated and also develops a flowchart of the process of automated decryption with a teacher. A system of criteria for evaluating modern software tools was developed, and on its basis a comparative table of the most popular geoinformation systems used in the Russian Federation was compiled. Conclusions are drawn about the use of automated digital mapping methods for solving various tasks.

Keywords: digital mapping, automated decryption, automation of digital mapping processes

Введение

Развитие информационных технологий дало импульс формированию новых направлений научных исследований, а компьютеризация процессов картографирования позволила автоматизировать и значительно упростить большинство операций, которые прежде выполнялись специалистом вручную [1].

Так создание геоинформационных систем (ГИС) обеспечило решение широкого круга задач. На основе анализа научных источников и опыта применения инструментальных ГИС можно сделать следующий вывод: в производстве современных цифровых картографических материалов важное значение приобретает единообразие выполнения однотипных операций, обеспечение контроля качества выполняемых действий, а также организация операций по предупреждению и устранению ошибок [2].

Синтез научно-технических подходов к изучению земной поверхности и отдельных ее частей позволил разработать инновационные методы геопространственного анализа и способы отображения объектов. Все это расширяет возможности создания и использования цифровых картографических материалов. Современные методики цифрового картографирования предусматривают применение способов автоматизации для разных этапов создания и использования цифровых карт.

Цель работы – сравнить современные методы и технические решения автоматизации процессов цифрового картографирования.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- провести сбор и анализ информации о современных способах автоматизации;
- сравнить выбранные способы автоматизации;
- сформулировать выводы о применимости разных способов автоматизации при решении тех или иных задач.

Методы и материалы

Ход научного исследования разделен на 3 этапа: сбор и анализ информации о современных способах автоматизации, сравнение выбранных способов автоматизации и заключительный этап – формулировка выводов о результатах научного исследования.

В ходе исследования выполнен подбор и анализ научных публикаций, посвященных описанию существующих способов автоматизации процессов цифрового картографирования. Это позволило выявить преимущества и недостатки отобранных способов автоматизации, а также полноту изученности данной области картографии [7–19].

Рассмотрев существующие подходы и технические решения, были сформулированы следующие критерии оценки возможностей автоматизации процессов геоинформационного картографирования в геоинформационных системах: возможность разработки внешних модулей, взаимодействия с другим программным обеспечением разработчика, обращаться к внешним сетевым сервисам, использовать модули других ГИС, интеграции с внешними хранилищами данных, применения визуального программирования, а также включены некоторые особенности интерфейса программных средств.

Для примера применения автоматизированных способов создания цифровых карт рассмотрим статью Дж. Стотера, в которой представлен полностью автоматизированный метод генерализации кадастровых карт с использованием

стандартного ПО ArcGIS и дополнительных модулей на Python. Рабочий процесс основан на 3 основных моделях, каждая из которых состоит примерно из 200 подмоделей, ответственных за решение каждой конкретной задачи обобщения в процессе. В этом исследовании процесс обобщения реализован путем поэтапного улучшения процесса или, если это не сработало, путем улучшения и обогащения исходных данных. Обогащение исходных данных необходимо для наилучшего распознавания географических объектов [15].

Способы автоматизации также применяются при дешифрировании аэрокосмических снимков. Существует 2 метода автоматизированного дешифрирования: «с учителем» и «без учителя». Дешифрирование «с учителем» реализуется путем формирования банка эталонов, которые в дальнейшем будут использованы в качестве шаблонов для распознавания объектов на снимке [11]. На рисунке 1 представлен пример выделения областей лесной растительности на космическом снимке в программе ScanEx Image Processor.

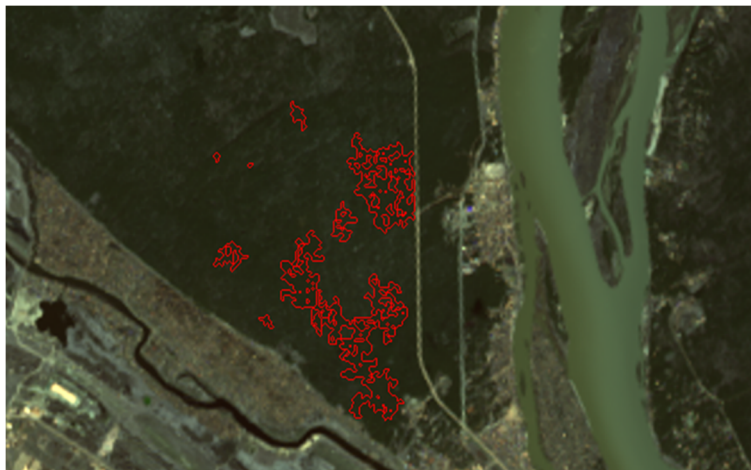


Рис. 1. Выделение эталонных значений на космическом снимке

Далее алгоритм самостоятельно распознает объекты на космическом снимке. На рис. 2 представлен результат дешифрирования «с учителем».

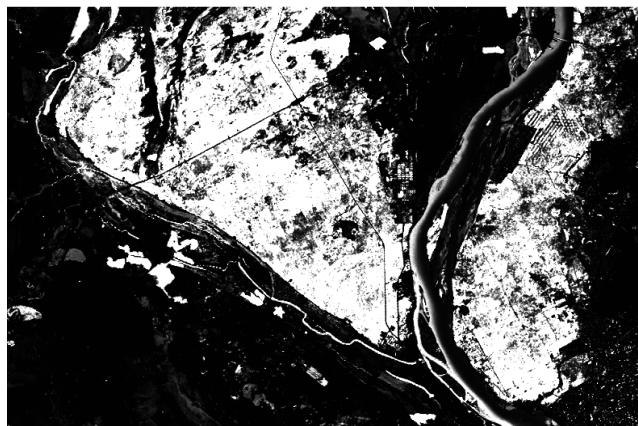


Рис. 2. Результат дешифрирования «с учителем»

Способ автоматизированного дешифрирования «без учителя» предполагает использование неразмеченных объектов, которые распознаются алгоритмом самостоятельно. В данном случае программа пытается распознать различные признаки и зависимости. На рис. 3 отображено сканирование объектов на снимке в программной среде ScanEx Image Processor [11].

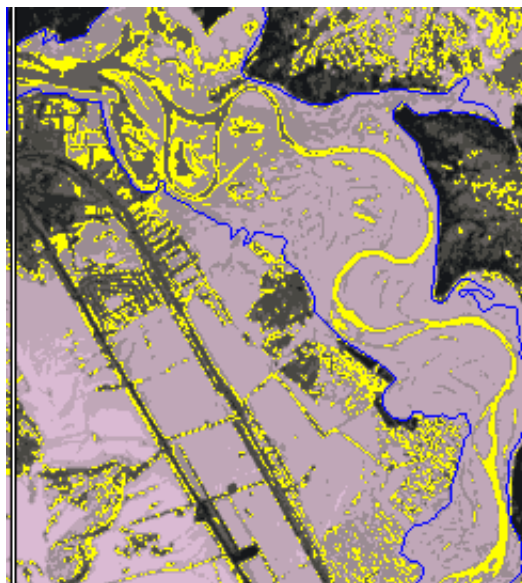


Рис. 3. Сканирование объектов на снимке

На рис. 4 показан результат дешифрирования снимка «без учителя».



Рис. 4. Результат дешифрирования космического снимка «без учителя»

Результаты

Проанализировав указанные выше источники, была сформирована сравнительная таблица 1 наиболее популярных в Российской Федерации геоинформационных систем по критериям, относящимся к автоматизации процессов геоинформационного картографирования [3].

Сравнительная характеристика ряда ГИС-продуктов

ГИС Характери- стика	QGIS	MapInfo	ArcGIS	ГИС Панорама	ГИС Аксиома	NextGIS
Открытое ПО	+	-	-	-	-	+/-
Возможность разработки внешнего мо- дуля	+	+	+	+	+	+
Языки разра- ботки внеш- них модулей	Python, C++	MapBasic, Python	Python, ArcObjects, Javascript	C++, C#, JavaScript	Python	Python, C++
Формирова- ние подроб- ных отчетов об ошибках	+	-	+	+	-	-
Взаимодей- ствие с дру- гим ПО разра- ботчика (эко- система)	IntraMaps Roam,	MapExtreme	CityEngine	ГИС Сер- вер, GIS WebService и др.	КадОфис Лайт	NextGIS Mobile, NextGIS Data
Навигация и поиск по ин- струментарию	+	-	+	-	-	-
Возможность выполнения пакетных про- цессов	+	-	+	+	-	-
Визуальное программиро- вание	Graphical Modeler	Modeldisaner	ModelBuilder	Qt Designer	Modeldisaner	-
Возможность обращаться к внешним се- тевым серви- сам (Overpass OSM, WPS, GeoAPI)	+	+	+	-	+	+
Возможность использовать модули дру- гих ГИС	+ (GRASS, Saga)	+ (ArcGis)	+	-	+ (MapInfo, ArcGis)	+ (QGIS)
Возможность интеграции с внешними хранилищами и базами дан- ных	(PostgreSQL	-	(Microsoft SQL Server, PostgreSQL и др.)	-	(Microsoft SQL Server, SQL Lite	+ (NextGIS Web)

Далее рассмотрим основные типовые подходы к автоматизации в геоинформационных системах.

Существует 4 типа лицензий на программное обеспечение:

1) Открытое ПО представляет собой приложение с открытым исходным кодом, которое можно доработать для решения различных пользовательских задач.

2) Бесплатное ПО распространяется в готовом виде без исходного кода и, согласно лицензии, не требует выплат разработчикам.

3) Коммерческое ПО является частной собственностью авторов и правообладателей. Коммерческое ПО имеет ряд ограничений: ограничение на коммерческое использование, ограничение на распространение и ограничение на модификацию.

4) Условно-бесплатное ПО можно использовать бесплатно, но ограниченной функциональностью и/или в течение ограниченного периода времени [15].

Среди сравниваемых ГИС-продуктов наиболее часто используемый язык программирования – Python. Python – объектно-ориентированный язык программирования общего назначения [16].

В некоторых ПО предусмотрена функция поиска по инструментарию для удобства пользователя. На рис. 5 представлено окно поиска в геоинформационной системе ArcGIS.

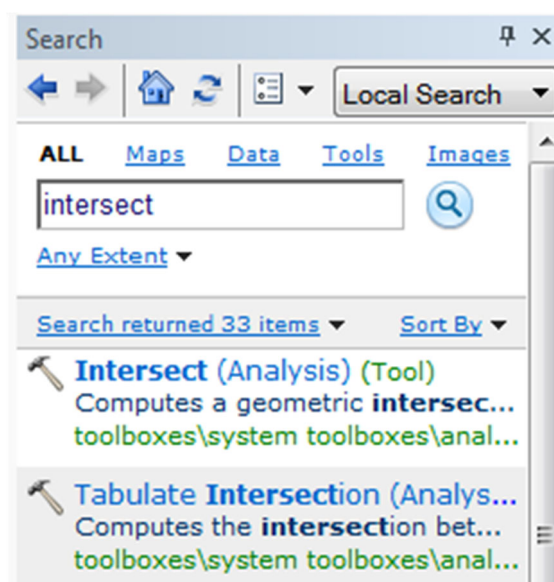


Рис. 5. Окно поиска в ГИС ArcGIS

Пакетные процессы представляют собой последовательное выполнение заданий, работающие в фоновом режиме, без участия пользователя, могут запускаться как вручную, так и автоматически. Пакетные процессы эффективны для обработки больших объемов данных, для выполнения многочисленных операций с растровыми изображениями, а также конвертации файлов в другие форматы [3].

В открытом ПО QGIS предусмотрена функция пакетной обработки данных. На рис. 6 представлено контекстное меню алгоритма пакетной обработки в ПО QGIS.

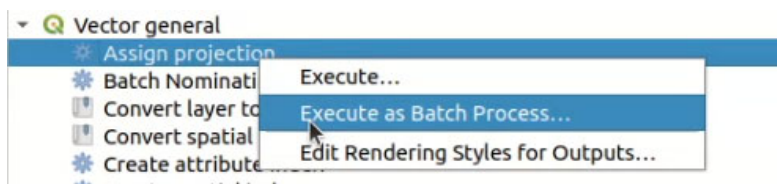


Рис. 6. Контекстное меню алгоритма пакетной обработки

Визуальное программирование – это процесс построения программы с помощью графических элементов. Этот тип программирования подходит для пользователей с минимальными знаниями в области IT-разработок, т.к. позволяет визуализировать последовательности программного кода в виде цепочки блоков [4].

Внешние сетевые сервисы разработаны для отображения растровых, векторных и табличных данных в ГИС, полученных из различных источников. Кроме того, внешние сетевые сервисы позволяют обрабатывать и выполнять геопространственную обработку данных в сети Интернет. Таким образом, использование сетевых сервисов позволяет решить большое количество задач в сфере картографии и геоинформатики: например, обеспечение доступа к дополнительным источникам данных [5].

Современные цифровые карты содержат большое количество атрибутивной информации об объектах и явлениях. Поэтому в компаниях растет спрос в надежном хранении больших объемов данных и гибком управлении жизненным циклом объектов. Для оптимизации этих процессов используются *облачные хранилища* [6].

Заключение

По результатам анализа публикаций можно отметить, что автоматизация в картографии широко применяется и исследуется при решении задач геоинформационного анализа, дешифрирования и генерализации.

В результате исследования были сформулированы основные подходы к автоматизации операций геоинформационного картографирования и их критерии анализа для геоинформационных систем, составлена сравнительная таблица современных программных средств и типовых подходов к автоматизации цифрового картографирования.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1 Лурье И.К. Геоинформационное картографирование – Учебное пособие для вузов. – ISBN 978-5-98227-706-0. – Москва, 2016 г., – 424 с.

2 Opengl – Российские геоинформационные системы и геомодули – Россия – Официальный сайт – URL: <https://opengl.org.ru/informatsionnye-sistemy-i-tehnologii/rossiiskie-geoinformatsionnye-sistemy-i-geomoduli.html> (дата обращения: 06.04.2023 г.).

3 Ibm – What is batch processing? – Соединенные штаты Америки – Официальный сайт – URL: <https://www.ibm.com/docs/en/zos-basic-skills?topic=jobs-what-is-batch-processing> (дата обращения: 26.04.2023 г.).

4 Коварцев А.Н., Жидченко В.В., Попова-Коварцева Д.А. Методы и технологии визуального программирования – Учебное пособие для вузов. – ISBN 978-5-473-01163-0. – Самара, 2017., – 200 с.

5 Enterprise.arcgis – Сервисы в ArcGIS Enterprise – Соединенные штаты Америки – Официальный сайт – URL: <https://enterprise.arcgis.com/ru/server/latest/publish-services/linux/services-in-arcgis-enterprise.htm> (дата обращения: 26.04.2023 г.).

6 Sviaz-expo – Сетевые службы и сетевые сервисы – Россия – Официальный сайт – URL: <https://www.sviaz-expo.ru/ru/articles/setevye-sluzhby-i-setevye-servisy/> (дата обращения: 27.04.2023 г.).

7 Игбердина В. Ф. Возможности и перспективы цифрового картографирования местности // Россия молодая: материалы VI всерос. науч. конф., Кемерово, 21-24 апреля 2015 г / ред. Тащанко В.П. Изд-во КузГТУ, 2015.

8 Кащенко Н.А., Попов Е.В. Геоинформационные системы – Учебное пособие для вузов. – ISBN 978-5-87941-863-7. – Нижний Новгород, 2012., – 131 с.

9 mcs.mail – S3 и DBaaS: что выбрать для проекта? – Официальный сайт – Россия – URL: <https://mcs.mail.ru/blog/s3-i-dbaas-cto-vybrat-dlja-proekta> (дата обращения: 27.04.2023 г.).

10 Дубровский А.В., Малыгина О.И. Геоинформационные системы: автоматизированное картографирование – Учебное пособие для вузов. – ISBN 978-5-87693-967-8. – Новосибирск, 2016. – 95 с.

11 Пошивайло Я.Г., Колесников А.А., Утробина Е.С. Аэрокосмические методы в тематической картографии – Учебное пособие для вузов.

12 Крылов С.А., Загребин Г.И., Дворников А.В. Теоретические основы автоматизации процессов атласного картографирования // Известия высших учебных заведений. Геодезия и аэрофотосъемка. 2018. №3 том 62, С. 283-293.

13 Шилов А.Н., Герасимов А.П. Тематическое дешифрирование – Учебное пособие для вузов. – ISBN 978-5-7944-3476-7. – Пермь, 2020 г., – 96 с.

14 Павлова А.И., Каличкин В.К. Автоматизированное картографирование сельскохозяйственных земель с помощью нейронной экспертной системы, интегрированной с ГИС // Достижения науки и техники АПК. № 6 том 37. 2011. С. 5-8.

15 Жанибекова А.Б. Формализованное описание картографических процессов в среде геоинформационных систем для автоматизированного процесса создания карт неподготовленными пользователями // Вестник СГУГиТ, вып 4 (36). 2016. С. 136-144.

16 Habr – Лицензирование программного обеспечения – Официальный сайт – Россия, Москва. – URL: <https://habr.com/ru/articles/275995/> (Дата обращения: 20.02.2023 г.).

17 Timeweb – Язык программирования Python: применение, особенности и перспективы – Официальный сайт – Россия, Санкт-Петербург. – URL: <https://timeweb.com/ru/community/articles/cto-takoe-python>.

18 Stoter J., Post M., Altena V., Nijhuis R., Bruns B. Fully automated generalization of a 1:50k map from 1:10k data // Cartography and Geographic Information Science. 2014. Vol. 41, No. 1, 1–13, P. 1-13.

19 Austin P. C. Using methods from the data-mining and machine-learning literature for disease classification and prediction: a case study examining classification of heart failure subtypes // Journal of clinical epidemiology. – 2013. – Т. 66. – № 4. – С. 398-407.

20 Bassier M., Van Genechten B., Vergauwen M. Classification of sensor independent point cloud data of building objects using random forests // Journal of Building Engineering. –2019. – Т. 21. – С. 468-477.

© Е. В. Комиссарова, Е. Е. Крапивина, 2023