

На правах рукописи

Женибекова Алтын Бактваевна



Формализация картографических процессов
для автоматизированного создания карт в среде ГИС
неподготовленными пользователями

25.00.33 – Картография

Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата
технических наук

Новосибирск – 2016

Работа выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Сибирский государственный университет геосистем и технологий» (СГУГиТ).

Научный руководитель – кандидат технических наук, доцент Янкелевич Светлана Сергеевна.

Официальные оппоненты:

Нырцов Максим Валерьевич,
доктор технических наук, доцент, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный университет геодезии и картографии» (МИИГАиК), профессор кафедры географии;

Олзоев Борис Николаевич,
кандидат географических наук, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Иркутский национальный исследовательский технический университет» (ИРНИТУ), доцент кафедры маркшейдерского дела и геодезии.

Ведущая организация – федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Пермский государственный национальный исследовательский университет» (ПГНИУ).

Защита состоится 20 декабря 2016 г. в 13.00 час. на заседании диссертационного совета Д 212.251.04 при ФГБОУ ВО «Сибирский государственной университет геосистем и технологий» по адресу: 630108, Новосибирск, ул. Плахотного, 10, ауд. 402.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке и на сайте ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет геосистем и технологий»:

<http://sgugit.ru/science-and-innovations/dissertation-councils/dissertations/>

Автореферат разослан 02 ноября 2016 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета



Дубровский А. В.

Изд. лиц. ЛР № 020461 от 04.03.1997.

Подписано в печать 17.10.2016. Формат 60 × 84 1/16.

Печ. л. 0,96. Тираж 100 экз. Заказ 151.

Редакционно-издательский отдел СГУГиТ

630108, Новосибирск, Плахотного, 10.

Отпечатано в картопечатной лаборатории СГУГиТ

630108, Новосибирск, Плахотного, 8.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования. В настоящее время инструментальные геоинформационные системы (ГИС) находят широкое применение в отраслях экономики и жизнедеятельности общества. ГИС диктуют необходимость вовлечения широких слоев пользователей геоинформации, в том числе не имеющих специальной подготовки в области картографии и ГИС, в процесс создания карт. Сложность освоения и применения ГИС-инструментов требует специальной профессиональной подготовки пользователей. Глобальные процессы информатизации общества послужили причиной того, что на сегодняшний день цифровые карты и ГИС приобрели самый широкий и повседневный характер в использовании. Таким образом, происходит распространение цифровых карт и ГИС среди неподготовленных пользователей.

Однако существует противоречие между явлением активного распространения инструментальных ГИС среди неподготовленных пользователей и их готовностью к самостоятельному геопространственному анализу и созданию собственных цифровых карт. Процесс создания карты в среде ГИС может затянуться на длительный срок из-за вопросов проектирования карты, отбора гео-данных и картографического отображения, то есть из-за специфических вопросов картографии. Самостоятельное создание карт неподготовленными пользователями подразумевает обеспечение их автоматизированной программой, что требует формализации картографических процессов в среде ГИС.

Цели и задачи исследования.

Целью исследования является формализация картографических процессов в среде ГИС для автоматизированного создания карт неподготовленными пользователями.

Задачи исследования:

– проанализировать состояние и достижения в области автоматизации картографических процессов;

- сформулировать принципы автоматизированного процесса создания карт в инструментальных ГИС неподготовленными пользователями;
- выполнить формализованное описание картографических процессов;
- разработать алгоритм автоматизированного создания карт неподготовленными пользователями в инструментальных ГИС;
- создать программный модуль управления процессом автоматизированного создания карт для неподготовленных пользователей;
- апробировать процесс автоматизированного создания карт в инструментальных ГИС.

Научная новизна состоит в следующем:

- выполнено формализованное описание картографических процессов на основе предложенных принципов автоматизированного создания карт в инструментальных ГИС, обеспечивающее автоматизированное создание карт неподготовленными пользователями;
- предложен алгоритм процесса автоматизированного создания карт в инструментальных ГИС неподготовленными пользователями, реализующий автоматизацию процесса сбора геоданных из доступных баз данных и построения на их основе типовых запросов пользователей и тематических цифровых карт;
- создан программный модуль управления процессом автоматизированного создания карт в среде ГИС, который реализует базовые технические решения в виде пользовательского интерфейса, позволяющего неподготовленным пользователям создавать тематические карты на основе геоданных из доступных баз данных и решать типовые задачи геопространственного анализа.

Теоретическая и практическая значимость работы. Теоретическая значимость работы состоит в формализации картографических процессов для последующего автоматизированного создания карт в инструментальных ГИС неподготовленными пользователями.

Практическая значимость работы заключается в разработке программного модуля управления процессом создания карт, который может быть использо-

ван неподготовленными пользователями при картографировании в инструментальных ГИС.

Методология и методы исследования. Методология исследования базируется на базовых понятиях и методах картографии, геоинформационного картографирования, методах системного подхода и сравнительного анализа, а также методах экспериментального апробирования.

Положения, выносимые на защиту:

- автоматизация процесса создания карт в инструментальных ГИС для пользователей, не имеющих специальной подготовки в области картографии;
- формализация картографических процессов – основа автоматизированного создания карт в среде ГИС неподготовленными пользователями;
- разработка типовых запросов по проектированию карт и геопространственному анализу при автоматизированном создании карт неподготовленными пользователями.

Степень достоверности и апробации результатов. Ключевые положения и результаты диссертационного исследования извещались и рассматривались на международных научных выставках:

- «Интерэкспо ГЕО-Сибирь–2014» (16–18 апреля 2014 г., г. Новосибирск);
- «Интерэкспо ГЕО-Сибирь–2015» (20–22 апреля 2015 г., г. Новосибирск);
- «Интерэкспо ГЕО-Сибирь–2016» (18–22 апреля 2016 г., г. Новосибирск).

Диссертационное исследование выполнено в рамках федеральной целевой программы научно-исследовательской работы по теме «Пространственно-временное моделирование окружающей среды для целей социально-экономического развития территорий», по государственному контракту № 1720 при финансовой поддержке Федерального агентства по науке и инновациям.

Количество публикаций по теме диссертации. Основные результаты диссертационного исследования представлены в 6 публикациях, из которых 2 – в журналах, входящих в перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук.

Структура диссертации. Общий объем диссертации составляет 116 страниц печатного текста. Диссертация состоит из введения, 3 разделов, заключения, списка литературы, включающего 110 наименований, содержит 14 таблиц, 19 рисунков, 2 приложения.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении раскрыта актуальность исследования, сформулированы цели и задачи исследования, научная новизна, научные положения, выносимые на защиту, теоретическая и практическая значимость работы, сведения о достоверности и апробации результатов исследования.

В первом разделе диссертации выполнены обзор и изучение отечественных и зарубежных достижений в области автоматизации картографических процессов, а также выполнен анализ состояния вопросов формализации картографических процессов в среде ГИС. В результате анализа были сделаны следующие выводы:

– среди существующих достижений отсутствуют технические решения по автоматизированному созданию карт в среде ГИС для неподготовленных пользователей;

– в настоящий момент существуют методологические и технологические основы, позволяющие выполнять формализацию картографических процессов.

Поэтому в рамках темы исследования необходимо было выполнить анализ основных картографических процессов в виде базовых функций распространенных инструментальных ГИС, таких как MapInfo, ArcGIS, ГИСКарта-2011, QGIS. В части вопроса формализации картографических процессов для автоматизированного создания карт в среде ГИС неподготовленными пользователями необходимо отметить технологию Smart Mapping, реализованную в ArcGIS 10. Однако технология Smart Mapping реализует функции оформления пространственной информации, не затрагивая автоматизированное получение данных и выполнение пространственных запросов. Также настройки Smart Mapping зачастую требуют знаний в области картографии и геоинформационных технологий.

Результаты анализа показали, что необходимо выполнить формализацию картографических процессов для возможности автоматизированного создания карт в среде ГИС неподготовленными пользователями. К таким картографическим процессам относятся проектирование карты, сбор геоданных, картографическое отображение, геопространственный анализ карт.

Во втором разделе диссертации на основе результатов анализа картографических процессов в среде ГИС проводились исследования выявленных картографических процессов, требующих формализации с целью обеспечения автоматизированного процесса создания карт неподготовленными пользователями.

Исследование процесса проектирования карт в среде ГИС неподготовленными пользователями проводилось в два этапа. На первом этапе исследования выполнен анализ сущности и структуры цифровой карты, который заключался в рассмотрении её составных частей.

В результате был сделан вывод, что для проектирования карты в среде ГИС неподготовленными пользователями требуется выявить такой порядок действий, выполнение которого обеспечивало бы автоматизированный процесс проектирования карты. С этой целью на втором этапе исследования был выполнен анализ этапов проектирования карты с позиции геоинформационного картографирования. Анализ заключался в рассмотрении этапов проектирования карты с точки зрения их выполнения базовыми функциями ГИС в качестве категорий картографирования, позволяющих запустить функции ГИС. В результате анализа были предложены следующие категории картографирования, которые предлагается использовать в качестве порядка действий неподготовленными пользователями при проектировании карты:

- объект картографирования;
- тема карты.

Категории «Объект картографирования» присвоены переменные в виде территориальных единиц (страна, субъекты РФ). Категории «Тема карты» присвоены переменные «Экономика», «Социум», «Природа». Названия тем карт

совпадают с терминологией, общепринятой в России для совокупного наименования основных сфер жизнедеятельности человеческого общества. Благодаря этому, у неподготовленных пользователей ГИС не возникнет затруднений с четким отнесением поставленной перед ним задачи к выбору той или иной темы карты.

На основе анализа этапов проектирования карты было определено, что от категории «Объект картографирования» зависит построение математической основы цифровой карты, а также процесс сбора геоданных. Поэтому для обеспечения автоматизированного процесса построения математической основы цифровой карты неподготовленными пользователями требуется наличие на картографируемый объект доступных ключей перехода из одной системы координат в другую, а также использования библиотеки рекомендуемых картографических проекций для изображения территории Российской Федерации или ее субъектов.

Результаты анализа проектирования карты показали, что от выбора категории «Темы карты» зависит её содержание, то есть для обеспечения автоматизированного процесса создания карты пользователем требуется наличие геоданных в соответствии с выбранной пользователем темы карты.

На основании исследования процесса проектирования карты в среде ГИС неподготовленными пользователями были сформулированы следующие принципы автоматизированного процесса проектирования карт:

– проектирование карты в среде ГИС неподготовленными пользователями может происходить на основе имеющегося базового набора функций инструментальных ГИС;

– порядок проектирования карты в среде ГИС неподготовленными пользователями должен содержать набор категорий картографирования, позволяющий неподготовленному пользователю проектировать карту, не сталкиваясь со специфическими вопросами картографии;

– проектирование карты требует наличия ключей перехода из одной системы координат в другую и использования существующих библиотек с рекомендуемыми проекциями.

Для реализации автоматического сбора геоданных неподготовленными пользователями требуется заполнение таблиц об объектах и явлениях на основе возможных запросов неподготовленных пользователей, которые базируются на доступных источниках статистической информации. В качестве примера и в рамках темы исследования автоматический сбор геоданных осуществляется для типовых запросов неподготовленных пользователей регионального масштаба на примере «Незавершенное строительство». Ниже приведен пример таблицы по запросу «Незавершенное строительство», предлагаемой неподготовленным пользователям для автоматического сбора геоданных. Таблица содержит информацию о незавершенном строительстве по областям Российской Федерации (таблица 1).

Таблица 1 – Пример таблицы свойств геообъектов для автоматического сбора геоданных в ГИС по запросу «Незавершенное строительство (значение показателя за год)»

Год	2006	2007	2008	2009
Белгородская область (руб.)	2 667	2 596	2 339	2 013

Формирование таблиц по сбору геоданных неподготовленными пользователями должно осуществляться автоматически.

В результате исследования процесса сбора геоданных для неподготовленных пользователей были сформулированы следующие принципы автоматизированного процесса сбора геоданных:

– сбор геоданных неподготовленными пользователями зависит от категорий картографирования при проектировании карты в среде ГИС;

– автоматизированный сбор геоданных зависит от наличия геоданных о картографируемых объектах и явлениях для использования в инструментальных ГИС;

– результат автоматического сбора геоданных – заполненная таблица об объектах и явлениях.

Исследование процесса отображения геоданных неподготовленными пользователями заключалось в анализе способов изображения векторных и статистических геоданных. Анализ заключался в группировке способов изображений по типу характеристик данных, типу локализации объектов и по типу локализации явлений в пространстве. Результаты анализа показали, что представленные группировки не отражают однозначное использование того или иного способа изображения для отображения геоданных неподготовленными пользователями. Таким образом, было предложено автоматическое отображение геоданных неподготовленными пользователями в среде ГИС осуществлять путем формулировки запроса пользователей на основе доступных тематических показателей в базах статистических данных.

Для формирования условных знаков существуют формализованные правила картографического изображения, которые представлены в диссертации. Формирование условных знаков по способам изображения при создании карт неподготовленными пользователями в инструментальных ГИС должно осуществляться автоматически.

На основании исследования были сформулированы следующие принципы автоматизированного картографического отображения геоданных неподготовленными пользователями:

– картографическое отображение геоданных зависит от выбранных категорий картографирования при проектировании карты в среде ГИС;

– автоматическое отображение геоданных неподготовленными пользователями в среде ГИС должно основываться на выборе доступных тематических показателей.

Ввиду того, что картографическое изображение цифровой карты может быть создано путем геопространственного анализа геоданных, неподготовленному пользователю необходимо предоставить возможность самостоятельно анализировать полученную цифровую карту. Для решения поставленного вопроса требуется разработать типовые запросы пользователя на примере наиболее распространенных типовых геопространственных задач.

Разработка типовых запросов происходит в несколько этапов:

- дифференциация объектов по типу их локализации в геопространстве;
- создание всех возможных группировок объектов по типу локализации (только точечные, только линейные, только площадные, точечные и линейные, точечные и площадные, линейные и площадные);
- определение типов возможных геопространственных задач по каждой группе объектов;
- определение типов запросов пользователя по каждому типу геопространственной задачи в соответствии с инструментарием ГИС.

В результате анализа был сделан вывод, что автоматизированный геопространственный анализ может осуществляться при решении следующих типовых геопространственных задач: вычисление характеристик объектов, выполнение логических операций, построение буферных зон. Поэтому для автоматического геопространственного анализа неподготовленными пользователями требуется сформировать типовые запросы согласно выявленным типовым геопространственным задачам.

На основе исследования процесса геопространственного анализа в среде ГИС неподготовленными пользователями были сформулированы следующие принципы:

- автоматизированный геопространственный анализ неподготовленными пользователями заключается в формулировке запросов пользователей на основе типовых геопространственных задач;

– обеспечение геопространственного анализа неподготовленными пользователями зависит от наличия семантической информации и метрических характеристик объектов, с которыми производится геопространственный анализ.

В результате исследования картографических процессов в среде ГИС разработаны принципы автоматизированного создания карт неподготовленными пользователями:

– обеспечение автоматизированного создания карт осуществляется путем формализованного описания процессов проектирования карты, сбора геоданных, отображения геоданных и использования карт для неподготовленных пользователей;

– обеспечение автоматизированного создания карт в среде ГИС неподготовленными пользователями осуществляется путем выбора доступных тематических показателей по отображению объектов и явлений местности и типовых задач по геопространственному анализу;

– обеспечение автоматизированного создания карт в среде ГИС осуществляется при условии наличия ключей перехода систем координат.

Третий раздел диссертации посвящен формализованному описанию исследуемых картографических процессов для неподготовленных пользователей на основе разработанных принципов при исследовании картографических процессов в среде ГИС, разработки алгоритма автоматизированного создания карт, специального программного модуля и апробации экспериментального образца работы программного модуля управления процессом создания карт неподготовленными пользователями на примере среды QGIS.

Основываясь на сущности цифровых карт, предлагается процесс проектирования карты построить следующим образом:

$$P = \{(M), (Sb), (Z)\}, \quad (1)$$

где P – процесс проектирования карт в инструментальных ГИС неподготовленными пользователями;

M – процесс проектирования математической основы карты;

Sb – процесс сбора геоданных,

Z – проектирование содержания карты.

Используя рекомендуемые картографические проекции для изображения территории Российской Федерации или ее субъектов, представим операцию автоматического выбора проекции неподготовленным пользователем следующим образом:

$$Kp = f(Te), \quad (2)$$

где Kp – картографическая проекция;

Te – категория «Объект картографирования»;

$$Te = \{t_n\}, \quad (3)$$

где Te – категория «Объект картографирования»;

t_n – территория Российской Федерации или ее субъект.

Таким образом,

$$Kp = f(t_n), \quad (4)$$

где Kp – картографическая проекция;

t_n – территория Российской Федерации или ее субъект.

То есть автоматический выбор картографической проекции будет зависеть от выбора пользователем «Объекта картографирования».

При автоматическом выборе картографической проекции неподготовленными пользователями происходит автоматический выбор местной системы координат при условии наличия у пользователя ключей перехода систем координат

$$Ck = f(t_n), \quad (5)$$

где Ck – определение системы координат;

t_n – территория Российской Федерации или ее субъект.

Таким образом, математическую основу цифровой карты при автоматизированном проектировании неподготовленными пользователями в среде ГИС можно описать следующим образом:

$$M = f(t_n), \quad (6)$$

где M – математическая основа карты;

t_n – территория Российской Федерации или ее субъект.

Исходя из формулы (3), получаем формализованное описание процесса проектирования математической основы

$$M = f(Te), \quad (7)$$

где M – математическая основа карты;

Te – категория «Объект картографирования».

Для проектирования содержания карты необходимо предоставить пользователям выбор темы карты. Выбор темы карты можно представить следующим образом:

$$T = \{Ek, Sz, Na\}, \quad (8)$$

где T – категория «Тема карты»;

Ek – «Экономика»;

Sz – «Социум»;

Na – «Природа».

Процесс проектирования содержания карты носит сугубо индивидуальный характер ввиду разнообразия явлений окружающего геопространства. По этой причине предлагается для каждой темы карты сформулировать запросы пользователей об объектах и явлениях на основе доступных тематических показателей. Формализованное описание процесса проектирования содержания карты может выглядеть следующим образом:

$$Z = f(Te, T, Tp), \quad (9)$$

где Z – процесс проектирования содержания карты;

Te – категория «Объект картографирования»;

T – категория «Тема карты»;

Tr – выбор доступных тематических показателей в базах геоданных.

На основании формул (1)–(9) можно выполнить формализованное описание процесса сбора геоданных

$$Sb = f(t_n, Ek, Sz, Na, Tr), \quad (10)$$

где Sb – процесс сбора геоданных;

t_n – выбор территории Российской Федерации или ее субъекта;

Ek – выбор темы карты «Экономика»;

Sz – выбор темы карты «Социум»;

Na – выбор темы карты «Природа»;

Tr – выбор доступных тематических показателей в базах геоданных.

Соответственно, формализованное описание процесса проектирования карты можно представить следующим образом:

$$P = f(Te, T, Tr), \quad (11)$$

где P – процесс проектирования карт в инструментальных ГИС неподготовленными пользователями;

Te – категория «Объект картографирования»;

T – категория «Тема карты»;

Tr – выбор тематических показателей в базах статистических данных.

Общегеографическая основа карт включает те элементы содержания, которые прописаны в Руководствах по картографическим работам, а также геоданные которых имеются в открытом доступе. В рамках темы диссертационного исследования в качестве примера для автоматического формирования общегеографической основы неподготовленными пользователями использу-

ются векторные геоданные с открытого веб-картографического проекта Open Street Map.

В соответствии с переменными темы карты («Экономика», «Социум», «Природа») была выполнена формулировка запросов пользователей на основе доступных тематических показателей в базах статистических данных, которая подробно представлена в диссертации.

Формализованное описание процесса использования карт в среде ГИС осуществлялось путем формулировок типовых запросов пользователей по геопространственному анализу на основе типовых геопространственных задач и представлено следующим образом:

$$G_A = f(T_G, Z_A), \quad (12)$$

где G_A – геопространственный анализ;

T_G – тип геопространственной задачи;

Z_A – типовые запросы пользователей по геопространственному анализу.

Таким образом, на основе формул (11), (12) формализованное описание процесса создания карт в среде ГИС неподготовленными пользователями выглядит следующим образом:

$$K_I = f(P, G_A), \quad (13)$$

где K_I – процесс создания карт в среде ГИС неподготовленными пользователями;

P – процесс проектирования карт;

G_A – геопространственный анализ.

В соответствии с формализованным описанием картографических процессов разработан алгоритм автоматизированного создания карт и реализован с помощью специального программного модуля управления процессом создания карт («ПМУПСК»). Алгоритм представлен на рисунке 1.

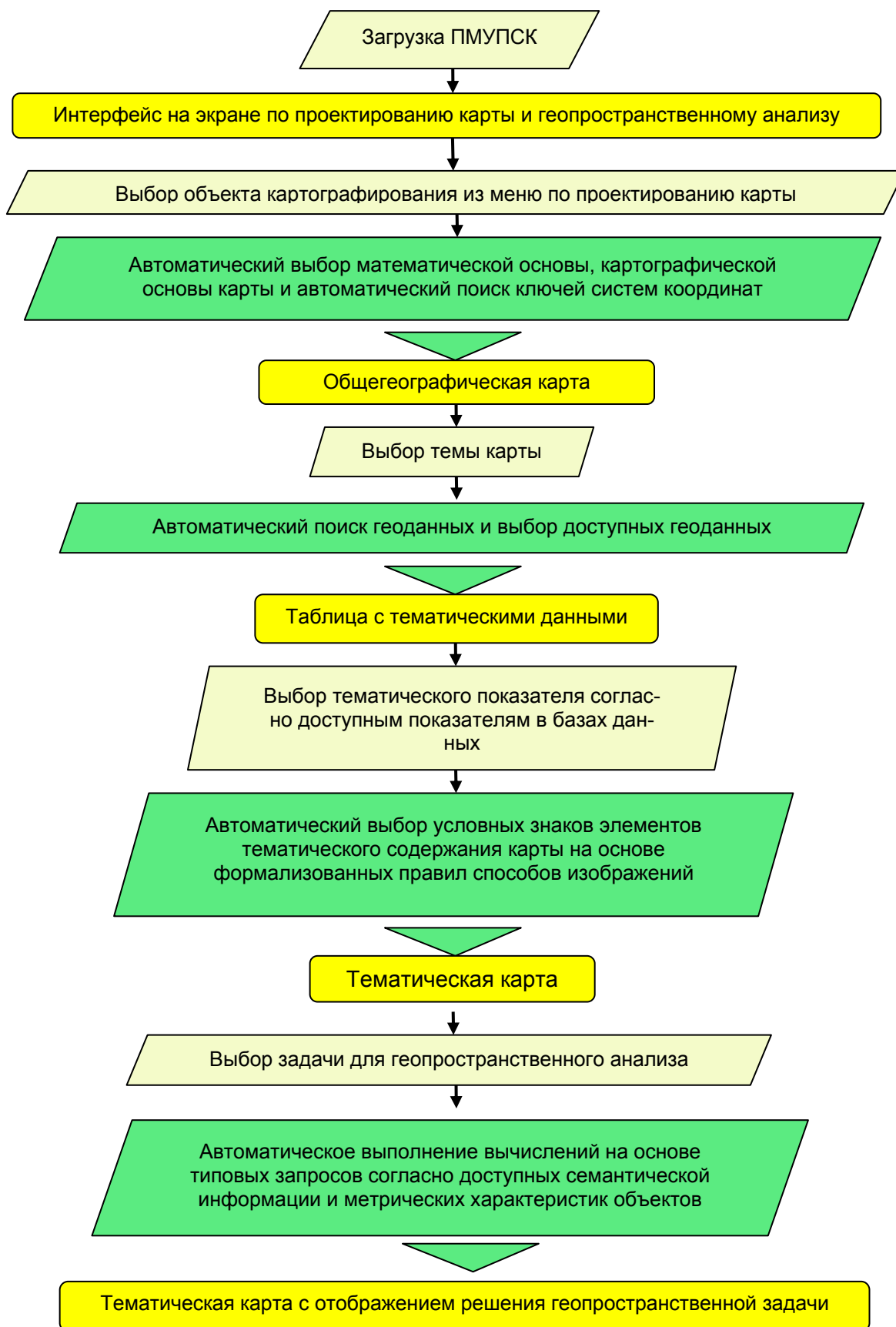


Рисунок 1 – Алгоритм автоматизированного процесса создания карт неподготовленными пользователями в инструментальной среде ГИС

Принцип работы алгоритма выглядит следующим образом. Загрузка «ПМУПСК» осуществляется пользователем, в результате чего в программном обеспечении ГИС отображается пользовательский интерфейс по проектированию карт. Пользователю предлагается выбрать объект картографирования. После выбора объекта картографирования пользователем, программой осуществляется автоматический выбор математической, картографической основы и автоматический поиск доступных ключей перехода между системами координат. В результате формируется общегеографическая карта на картографируемый объект.

Далее пользователю предлагается выбрать тему карты. В результате программой автоматически осуществляется поиск геоданных и их выборка из доступных баз данных, после чего формируется таблица с геоданными. Затем пользователю предлагается выбрать тематические показатели для создания тематической карты согласно доступным геоданным. После этого происходит автоматическое построение условных знаков тематической карты, исходя из формализованных правил способов изображений. В результате программа автоматически формирует тематическую карту.

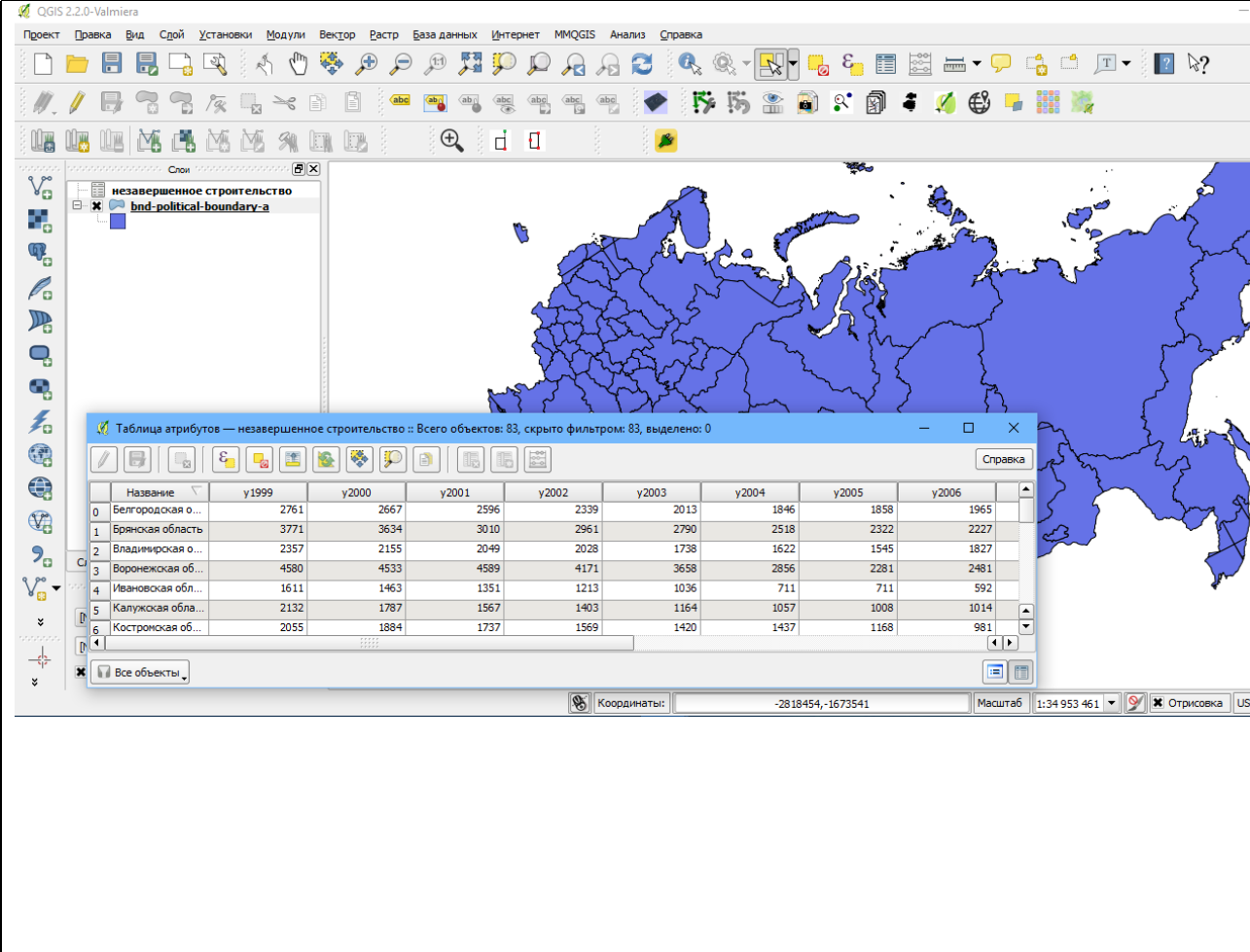
В разделе меню пользовательского интерфейса по использованию карт пользователю предлагается выбор типовых геопространственных задач, для решения которых запускаются типовые запросы, в результате выполнения которых формируется тематическая карта с решенной геопространственной задачей.

В таблице 2 приведен экспериментальный образец работы программного модуля управления процессом создания карт в среде QGIS.

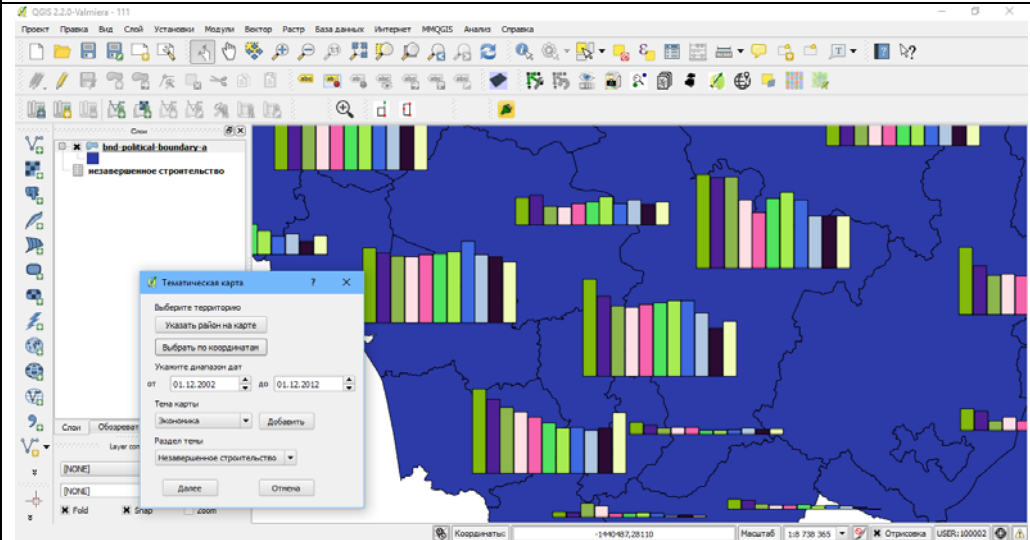
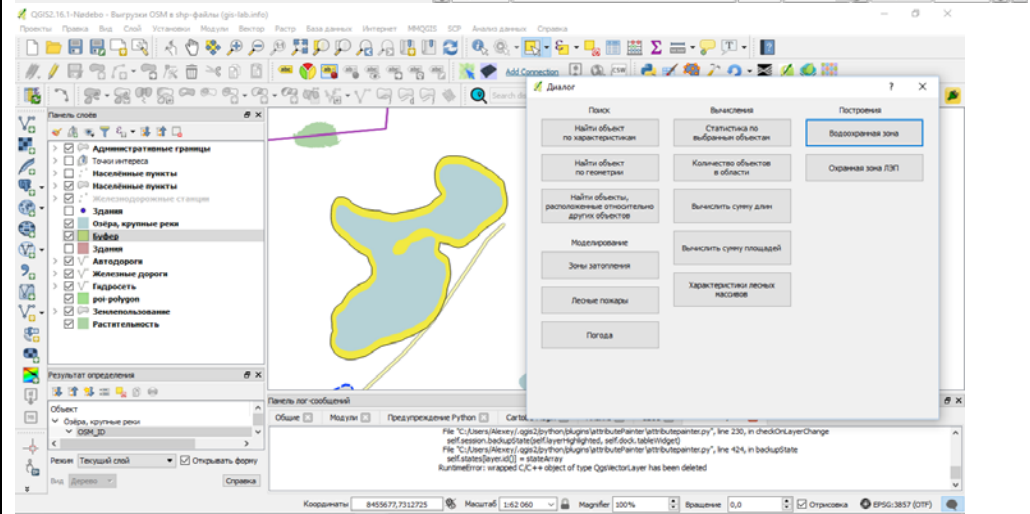
Таблица 2 – Пример функционирования программного модуля управления процессом автоматизированного создания карт («ПМУПСК») в среде ГИС неподготовленными пользователями (на примере QGIS)

Функционирование «ПМУПСК» в среде QGIS	Описание
	<p>Меню по проектированию карты. Пользователю предлагается выбрать объект картографирования. При выборе пользователем объекта картографирования «Страна» формируется территория Российской Федерации в нормальной конической равнопромежуточной проекции Каврайского, в результате появляется общегеографическая карта</p>

Продолжение таблицы 2

Функционирование «ПМУПСК» в среде QGIS	Описание																																																																								
 <p>The screenshot shows the QGIS 2.2.0-Valmiera interface. The main map displays a blue-shaded area representing a specific geographic region. An attribute table window is open, displaying data for the layer 'незавершенное строительство'. The table includes columns for years from 1999 to 2006 and a 'Название' column. The data is as follows:</p> <table border="1"><thead><tr><th>Название</th><th>y1999</th><th>y2000</th><th>y2001</th><th>y2002</th><th>y2003</th><th>y2004</th><th>y2005</th><th>y2006</th></tr></thead><tbody><tr><td>0 Белгородская о...</td><td>2761</td><td>2667</td><td>2596</td><td>2339</td><td>2013</td><td>1846</td><td>1858</td><td>1965</td></tr><tr><td>1 Брянская область</td><td>3771</td><td>3634</td><td>3010</td><td>2961</td><td>2790</td><td>2518</td><td>2322</td><td>2227</td></tr><tr><td>2 Владимирская о...</td><td>2357</td><td>2155</td><td>2049</td><td>2028</td><td>1738</td><td>1622</td><td>1545</td><td>1827</td></tr><tr><td>3 Воронежская об...</td><td>4580</td><td>4533</td><td>4589</td><td>4171</td><td>3658</td><td>2856</td><td>2281</td><td>2481</td></tr><tr><td>4 Ивановская обл...</td><td>1611</td><td>1463</td><td>1351</td><td>1213</td><td>1036</td><td>711</td><td>711</td><td>592</td></tr><tr><td>5 Калужская обл...</td><td>2132</td><td>1787</td><td>1567</td><td>1403</td><td>1164</td><td>1057</td><td>1008</td><td>1014</td></tr><tr><td>6 Костромская об...</td><td>2055</td><td>1884</td><td>1737</td><td>1569</td><td>1420</td><td>1437</td><td>1168</td><td>981</td></tr></tbody></table>	Название	y1999	y2000	y2001	y2002	y2003	y2004	y2005	y2006	0 Белгородская о...	2761	2667	2596	2339	2013	1846	1858	1965	1 Брянская область	3771	3634	3010	2961	2790	2518	2322	2227	2 Владимирская о...	2357	2155	2049	2028	1738	1622	1545	1827	3 Воронежская об...	4580	4533	4589	4171	3658	2856	2281	2481	4 Ивановская обл...	1611	1463	1351	1213	1036	711	711	592	5 Калужская обл...	2132	1787	1567	1403	1164	1057	1008	1014	6 Костромская об...	2055	1884	1737	1569	1420	1437	1168	981	<p>Выбор пользователем темы карты. Происходит автоматический поиск и выбор геоданных, в результате чего появляется таблица с геоданными согласно теме карты</p>
Название	y1999	y2000	y2001	y2002	y2003	y2004	y2005	y2006																																																																	
0 Белгородская о...	2761	2667	2596	2339	2013	1846	1858	1965																																																																	
1 Брянская область	3771	3634	3010	2961	2790	2518	2322	2227																																																																	
2 Владимирская о...	2357	2155	2049	2028	1738	1622	1545	1827																																																																	
3 Воронежская об...	4580	4533	4589	4171	3658	2856	2281	2481																																																																	
4 Ивановская обл...	1611	1463	1351	1213	1036	711	711	592																																																																	
5 Калужская обл...	2132	1787	1567	1403	1164	1057	1008	1014																																																																	
6 Костромская об...	2055	1884	1737	1569	1420	1437	1168	981																																																																	

Окончание таблицы 2

Функционирование «ПМУПСК» в среде QGIS	Описание
 <p>The screenshot shows the QGIS 2.12.0-Valmiera interface. A map of a region is displayed with a thematic map overlay showing construction progress. A dialog box titled 'Тематическая карта' (Thematic Map) is open, allowing the user to select a territory, specify a date range (from 01.12.2002 to 01.12.2012), and choose a legend type (Незавершенное строительство). The map shows various colored bars representing different construction units.</p>  <p>The screenshot shows the QGIS 2.16.1-Naberezhnaya interface. A map of a water body is displayed with a yellow buffer zone. A dialog box titled 'Диалог' (Dialog) is open, showing various analysis options such as 'Найти объект по характеристикам', 'Статистика по выбранному объекту', and 'Водоохранная зона'. The map shows a yellow buffer zone around a blue water body.</p>	<p>Выбор тематического показателя по отображению тематического содержания карты на примере показателя «Количество зданий и сооружений, находящихся в незавершенном строительстве (единица, значение показателя за год)».</p> <p>Происходит отображение тематической карты на основе выбранных геоданных</p> <p>Выбор типового запроса пользователя геопространственного анализа на примере «Построение водоохранной зоны». В результате отображается тематическая карта с решенной геопространственной задачей</p>

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В процессе проведенных исследований выполнена формализация картографических процессов в среде ГИС для автоматизированного процесса создания карт неподготовленными пользователями. Таким образом, цель достигнута, поставленные задачи решены.

Итоги проведенных исследований заключаются в следующем:

- проанализировано состояние и достижения в области автоматизации картографических процессов;
- сформулированы принципы автоматизированного процесса создания карт в типовых инструментальных ГИС неподготовленными пользователями;
- выполнено формализованное описание картографических процессов в среде ГИС;
- разработан алгоритм автоматизированного создания карт в инструментальных ГИС;
- создан программный модуль управления автоматизированным процессом создания карт неподготовленными пользователями;
- апробирован процесс автоматизированного создания карт в среде ГИС.

Таким образом, результаты выполненных исследований позволяют автоматизировать процесс создания карт неподготовленными пользователями. Перспективы результатов диссертационной работы открывают возможность создания экспертных систем по созданию карт в среде ГИС.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ АВТОРОМ
ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1 Гук, А. П. Проблемы автоматической генерализации при тематическом картографировании в среде ГИС [Текст] / А. П. Гук, С. С. Дышлюк, А. Б. Женибекова // Известия вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2014. – № 4/С. – С. 97–100.

2 Гук, А. П. Подготовительный этап формализации математической основы в среде ГИС [Текст] / А. П. Гук, С. С. Дышлюк, А. Б. Женибекова // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2015. – № 5/С. – С. 222–227.

3 Женибекова, А. Б. К вопросу формализации картографических изображений [Текст] / А. Б. Женибекова // Вестник СГГА. – 2014. – Вып. 4 (28). – С. 124–128.

4 Женибекова, А. Б. Новый подход к формированию условных обозначений в среде ГИС [Текст] / А. Б. Женибекова // Вестник СГГА. – 2014. – Вып. 4 (28). – С. 135–139.

5 Женибекова, А. Б. Формализация выбора способов отображения для элементов общегеографических и тематических карт в среде ГИС [Текст] / А. Б. Женибекова // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2016 : XII Междунар. науч. конгр., 18–22 апр. 2016 г. : Междунар. науч. конф. «Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия» : сб. материалов в 2 т. – Новосибирск : СГУГиТ, 2016. – Т. 1. – С. 169–174.

6 Дышлюк, С. С. К вопросу формализации способов отображения в среде ГИС [Текст] / С. С. Дышлюк, А. Б. Женибекова // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2016 : XII Междунар. науч. конгр., 18–22 апр. 2016 г. : Междунар. науч. конф. «Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия» : сб. материалов в 2 т. – Новосибирск : СГУГиТ, 2016. – Т. 1. – С. 184–188.