Эффективность картографо-геодезического обеспечения ГИС

Effectiveness of cartographo-geodetic support for GIS

Непоклонов / Nepoklonov V.
Виктор Борисович
(vbnep@miigaik.ru)
доктор технических наук, профессор.
ФГБОУ ВО «Московский государственный университет
геодезии и картографии» (МИИГАиК),
проректор по научной работе.
г. Москва

Лонский / Lonskiy I.
Иван Иванович
(lonski@inbox.ru)
кандидат технических наук, доцент,
действительный член МАИ.
МИИГАиК,
заведующий кафедрой прикладной информатики.
г. Москва

Шлапак / Shlapak V.
Василий Викторович
(geofak@miigaik.ru)
кандидат технических наук, доцент.
МИИГАиК,
декан геодезического факультета.
г. Москва

Ключевые слова: карта – map; качество – quality; модель – model; иерархия – hierarchy; информативность – informativity; вектор – vector; измерения – measurements; надежность – reliability.

В статье рассмотрены составляющие, определяющие качество карты: математическая основа карты, полнота содержания карт, достоверность карт, геометрическая точность карт, современность карт, качество оформления, научная и социальная ценность, а также информативность.

The article discusses components determining map quality: mathematical base of map, completeness of map content, map accuracy, geometrical accuracy of maps, up-to-dateness of maps, quality of appearance, scientific and social value, as well as informativity.

Введение

Современные геоинформационные системы (ГИС) находят все новые и новые области применения, в которых необходимо использовать геопространственные данные. Использование ГИС в процессе принятия управленческих решений повышает требования к информационному обеспечению ГИС. В статье изложены основные положения по обеспечению качества и надежности геодезических измерений и обеспечению качества картографической продукции, а также способы повышения эффективности ГИС.

ГИС как источник геопространственной информации для процесса принятия решений

ГИС являются средством накопления, обработки, анализа, представления и отображения геопространственных данных.

Наличие доступной для восприятия и обобщения информации позволяет ответственным работникам сосредоточить свои усилия на поиске решения, не тратя значительного времени на сбор и осмысливание разнородных данных. Можно достаточно быстро рассмотреть несколько вариантов решения и выбрать наиболее эффективный. Кроме этого, визуализация с помощью ГИС пространственных данных позволяет оценивать большой объем данных в совокупности, что невозможно при изучении и анализе данных, хранящихся в таблицах.

При использовании ГИС требуемая для принятия решений информация может быть представлена в лаконичной картографической форме с дополнительными текстовыми пояснениями, графиками и диаграммами. ГИС позволяет значительно облегчить процесс выбора управленческого решения. Принятие решений является важной частью любой управленческой деятельности [1, 2]. ГИС – это не инструмент для выдачи решений, а средство, помогающее ускорить и повысить эффективность процедуры принятия решений, обеспечивающее

ответы на запросы и функции анализа пространственных и атрибутивных данных, представления результатов анализа в наглядном и удобном для восприятия виде.

Для принятия с помощью ГИС грамотных и квалифицированных решений должны быть обеспечены надежность и качество картографо-геодезических материалов. Повышение качества картографо-геодезического обеспечения ГИС позволяет повышать эффективность управленческих решений, связанных с геопространственными данными.

Эффективность менеджмента при использовании ГИС

Эффективность менеджмента имеет два важных измерения – экономическое и результативное. Результативное измерение сообщает о том, насколько предприятие успешно выполняет поставленные задачи в области обеспечения необходимого объёма производства, продаж и других маркетинговых задач. А экономическое измерение сообщает о том, насколько затратным является такой способ достижения поставленных целей [3].

Следует отметить, что эффективность менеджмента зависит также от его информационного обеспечения. Эффективность менеджмента, выполняемого с помощью ГИС, определяется также наличием полной, достоверной и точной геоинформации. Грамотное управленческое решение может быть принято лишь при условии наличия у управленца необходимой и достаточной информации, а также при наличии у него необходимой квалификации.

Значительно повысить эффективность менеджмента может применение наряду с ГИС элементов искусственного интеллекта, а именно экспертных систем. Экспертные системы нужны для оценки текущей ситуации, для прогнозирования неблагоприятных ситуаций или наоборот ситуаций, ведущих к максимальной результативности деятельности, а также для построения информационно-справочной системы, позволяющей иметь управленцу варианты возможного решения с весовыми коэффициентами. Для реализации экспертных систем, работающих совместно с ГИС, необходима разработка программного обеспечения, работающего с изображениями слоев.

Основой эффективного функционирования любой геоинформационной системы является наличие необходимых достоверных исходных данных. Точность и достоверность получаемых ГИС данных зависит от качества исходной картографо-геодезической информации.

Сбор данных для наполнения ГИС – самый важный этап создания ГИС. От точности, достоверности и актуальности собранных данных зависит эффективность и качество работы геоинформационной системы. Для получения входных данных для ГИС и для ее обновления нужны геодезические измерения [4].

Обеспечение качества и надежности геодезических измерений

В процессе геодезических измерений участвуют: геодезисты, приборы, программы, внешняя среда, объекты измерения [5].

Технология геодезических измерений включает 3 этапа: подготовительный, процесс измерений и камеральная обработка результатов измерений.

Камеральная обработка результатов измерений позволяет выявить грубые ошибки и исключить такие результаты измерений из геодезического построения [6].

При этом следует учитывать, что надежность и качество геодезических измерений закладываются на подготовительном этапе и обеспечиваются в процессе измерений и зависят от ряда факторов [5]: соблюдения правил метрологии и инструкций по выполнению геодезических работ, надежности используемых при измерениях геодезических приборов, качества используемых в геодезических приборах программных средств и программных средств, используемых при обработке результатов измерений, влияния на качество измерений психофизиологических характеристик оператора, квалификации и опыта оператора, от корректности обработки результатов измерений (рис. 1).

Современный геодезический прибор состоит из корпуса, оптики и электроники. Надежность прибора зависит от каждой из этих составляющих. Корпус прибора обеспечивает защиту оптики и электроники от воздействия внешних факторов. О надежности оптики в современной научно-технической литературе мало что известно. Считается, что срок службы оптики очень высок и является бесконечным. При более внимательном рассмотрении вопроса становится очевидным, что такое утверждение является ошибочным. Это связано с тем, что оптические изделия являются агрегированными, т.е. помимо оптики присутствуют в конструкции еще всякого рода держатели, рамки, скобы и прочее, а также различного рода покрытия, которые естественно бесконечным сроком службы не обладают. При этом надежность оптического изделия определяется слабым звеном.

Различные электротехнические и электронные изделия, комплектующие современный геодезический прибор, обладают разной надежностью. Наименее надежными является всякого рода механические и электромеханические изделия (переключатели, реле). Далее идут резисторы, конденсаторы, катушки индуктивности. Значительно более надежной является полупроводниковая электроника (диоды, транзисторы). Однако наиболее перспективны геодезические приборы, в которых основу электроники составляют микросхемы, т.к. надежность микросхемы имеет тот же порядок, что и надежность одного транзистора, т.е. прибор на микросхемах значительно более надежен, чем прибор на дискретных диодах и транзисторах. Поэтому, приобретая новый прибор, следует поинте-

Рис.1. Факторы, определяющие надежность и качество геодезических измерений

ресоваться его спецификацией и выбирать для измерений прибор на микросхемах.

Электроника позволила отдельные процессы обработки информации в геодезическом приборе автоматизировать. Наглядным примером являются электронные теодолиты.

Следующим прогрессивным шагом явилось использование в геодезических приборах микропроцессорной техники и встроенных микро-ЭВМ. Микропроцессорная техника и микро-ЭВМ построены на основе больших и сверхбольших интегральных схем, что обеспечивает очень высокую надежность таких геодезических приборов.

Из трех характеристик надежности для программных средств (ПС) подходит лишь безотказность. Следует учитывать разный характер отказов у ИЭТ и программ (деградация и износ у ИЭТ и логика у программ). Кроме этого, не следует забывать о возможности влияния аппаратного отказа на функционирование программы (отказ бита в регистре может приводить к нарушению выполнения программы). Можно проводить испытания программы на надежность, но будет получаться вероятность безотказной работы аппаратно-программного комплекса.

Надежность программы является не вероятностной характеристикой, а детерминистской и характеризует способность работы программы при ее эксплуатации в соответствии с алгоритмом. Показателем надежности программы можно считать ее безотказность за период эксплуатации программы. Отказы программы носят не физико-статистический характер, а обусловлены ошибками в логике программы или ошибками диапазона исходных данных или перерабатываемых данных.

Жизненный цикл изделий электронной техники (ИЭТ), комплектующих геодезический прибор, включает в себя 3 этапа: разработка и проектирование, изготовление, эксплуатация.

На всех трех этапах возможно влияние на надежность геодезического прибора с целью ее повышения.

Подготовительный этап

При подготовке к измерениям можно подобрать наиболее надежные приборы, а именно выбрать приборы с максимальным количеством микросхем, наиболее качественные программы (с высоким рейтингом) [5], провести изучение бригадой инструкций по проведению измерений, учесть возможное влияния внешних факторов, а также предусмотреть защиту в процессе измерений приборов от влияния внешних факторов, подобрать квалифицированный персонал, учесть влияние человеческого фактора, т.е. подобрать средства измерений с максимальным исключением человеческого фактора.

Измерения

При проведении измерений их надежность и качество будут определять: надежность приборов, использование приборов в соответствии с инструкциями на эксплуатацию, качество программ, соблюдение инструкций и требований метрологии, внешние факторы, квалификация оператора, человеческий фактор. В сильной степени надежность и качество измерений будут зависеть от степени автоматизации процесса измерений, т.е. от исключения влияния психофизиологических характеристик человека-оператора и его квалификации.

Рис.2. Составляющие качества карты

Камеральная обработка результатов измерений

На этом этапе уже влияют не отмеченные выше 6 факторов (они уже повлияли), а методика обработки результатов измерений, квалификация оператора, выполняющего обработку, качество программ обработки.

Надежность и качество геодезических измерений зависят от очень большого количества факторов. Обеспечить надежность и качество измерений можно лишь при таком построении технологии измерений, когда на каждом этапе измерений выполняются требования к уменьшению влияния таких факторов как несоблюдение правил метрологии и инструкций по выполнению геодезических работ; надежность используемых при измерениях геодезических приборов; качество используемых в геодезических приборах программных средств и программных средств, используемых при обработке результатов измерений; влияние на качество измерений психофизиологических характеристик оператора, квалификации и опыта оператора; от корректности обработки результатов измерений. Снизить влияние факторов в большой степени можно с помощью автоматизации приборов и технологических операций измерений [7]. Построение системы управления качеством геодезических измерений является важной задачей как в техническом, так и экономическом плане.

Обеспечение качества картографической продукции

Определения качества даны в стандарте ГОСТ 15467–79, стандарте ИСО 8402–86, стандарте ГОСТ Р ISO 9000–2005. При этом под качеством понимается совокупность свойств продукции, обусловливающих её пригодность удовлетворять определённые потребности в соответствии с её назначением.

Федеральной службой геодезии и картографии России утверждено положение о системе сертификации геодезической, топографической и картографической продукции, которое устанавливает назначение, принципы, структуру и правила проведения сертификации. Основным назначением системы сертификации является:

– проверка и подтверждение соответствия продукции установленным требованиям;

– содействие потребителям в выборе продукции высокого качества;

– повышение конкурентоспособности продукции;

– поддержка репутации производителя и повышение доверия к реализуемой продукции, имеющей знак соответствия;

– защита интересов государства и его граждан от недобросовестных предприятий и организаций.

Профессор К. А. Салищев в своей работе [8] рассмотрел вопросы анализа и оценки карт. Ниже дано краткое изложение основных показателей карты из главы 10 указанной книги.

Математическая основа карты. При анализе математической основы карты, т. е. ее масштаба, проекции и координатных сеток, компоновки и системы разграфки, а для топографических карт также системы координат и геодезической основы, во многих случаях особенно важно установить целесообразность принятого масштаба.

Анализ и оценка полноты содержания карт, оценка объема информации. При оценке полноты содержания карты в соответствии с ее назначением следует конкретно сформулировать требования к карте, уяснить особенности ее использования и далее, исходя из этих предпосылок, географических условий и масштаба карты, проанализировать: перечень (номенклатуру) элементов содержания карты; выбор признаков для классификации каждого из этих элементов, соответствие классификации требованиям методологии и логики и, наконец, степень дробности классификации; надлежащее соотношение между отдельными элементами карты в зависимости от их значения; целесообразность избранных способов изображения а также общий объем информации, заключенной в карте.

Анализ достоверности карт. Анализ полноты карты как бы отвечает на вопрос, что нанесено на карту. Другое дело, как нанесено, т. е. насколько достоверно отображена действительность, сколь хорошо переданы типические черты и характерные особенности картографируемых явлений, их взаимосвязи и соотношения. Ответ на этот вопрос дает анализ качества генерализации. Степень требуемой достоверности карты определяется областью применения карты.

Анализ геометрической точности карт. Составить мнение о геометрической точности карты можно посредством ее сличения с новейшей, заведомо более точной картой, частично перекрывающей исследуемую. Когда источники неизвестны, прибегают к сличению координат или расстояний, измеренных на исследуемой карте, с данными геодезических каталогов или с результатами измерений по заведомо более точным картам. Два–три десятка разностей, полученных на лист карты и обработанных по правилам теории ошибок, позволяют оценить среднюю квадратическую ошибку положения.

Анализ современности карт. В процессе своего развития природа и человеческое общество непрерывно изменяются, и потому ранее созданная карта с течением времени перестает правильно передавать действительность. Появляются новые объекты, другие исчезают или теряют значение; изменяются характеристики объектов и положение объектов в пространстве. При анализе современности карты вначале следует установить, какие временные рамки избраны для нее, оценить целесообразность их выбора и проверить соответствие содержания этому сроку.

Оценка качества оформления карт. Собственно оценка качества оформления, т. е. примененных на карте изобразительных средств, имеет целью выяснить «читаемость» карты – легкость и быстроту восприятия карты в процессе ее чтения, а также определить экономичность использованных средств и их эстетическое достоинство. На читаемость карты влияет ряд факторов: различимость (индивидуальность) и наглядность отдельных обозначений, зрительное восприятие логических связей, выразительность карты, а также общая графическая нагрузка [8, 9].

Анализ научной и социальной ценности карт. Анализ социально-политических достоинств карты имеет в виду определение и оценку социальной и политической цели карты. Идеи и взгляды автора могут находить проявление в любом элементе, в любой особенности карты. Поэтому следует выяснять их влияние при анализе карты по каждому критерию и формулировать общий вывод анализа. Карта может не вызывать серьезных замечаний в отношении полноты, геометрической точности, современности и другим критериям, но оказаться неприемлемой в научном или социальном аспекте.

Как видим, профессором К. А. Салищевым был проведен детальный анализ основных показателей карты. Эти показатели могут быть использованы как показатели качества карты.

Помимо этих показателей рассмотрим дополнительно информативность карты.

Информативность карты как составляющая ее качества. Карта является информационным продуктом, носителем геопространственной информации, на котором отображены геопространственные данные, а также содержится атрибутивная информация.

Производитель карты обеспечивает производственное качество, т.е. соответствие карты техническому регламенту, ее назначению, использование материалов, пригодных для долговременного применения и хранения карты. Потребителя карты интересует в первую очередь возможность применения карты для решения интересующих его задач. В связи с этим и возникает вопрос информативности карты. Карта информативна тогда, когда имеющаяся на ней информация позволяет решать конкретные задачи [10–12]. Этим информативность отличается от информационной емкости. Информационная емкость карты характеризует богатство информации на карте безотносительно решаемых задач. Чем больше тезаурус карты, тем больше информационная емкость карты.

Ценность и полезность карты определяются ее информативностью. Информативность карты определяется той долей содержащейся в ней информации, благодаря которой пользователь может решить стоящую перед ним задачу. Информативность карты в сильной степени зависит от стоящих перед пользователем карты задач. При этом вклад в информативность карты будут оказывать в той или иной степени показатели, рассмотренные К. А. Салищевым. Тематические карты являются наглядным примером обеспечения разработчиком карты ее ценности и полезности в конкретной сфере применения карты. В тематической карте отображаемая на ней геопространственная информация представляет интерес для пользователя в сфере тематики карты.

Оценка информативности карты напрямую связана с потребительскими свойствами карты.

Заключение

Эффективность ГИС в сильной степени зависит от качества исходных картографо-геодезических материалов, от полноты, достоверности и точности исходной информации. Эффективность ГИС может быть повышена за счет применения экспертных систем, позволяющих обеспечить выработку грамотных квалифицированных управленческих решений.

Литература

1. Лонский, И. И. Применение ГИС для прогнозирования ситуаций и принятия управленческих решений/ И.И.Лонский, Д.А.Назаренко // Известия высших учебных заведений. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2005. – № 4.– С. 119–126.

2. Лонский, И. И. Необходимость и целесообразность применения сетевых ГИС-технологий для решения задач градостроительного кадастра / И.И.Лонский, Д.А.Назаренко // Известия высших учебных заведений. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2005. – № 4. – С. 127–133.

3. Васин, С. М. Природа и сущность понятия эффективности системы управления предприятием / С.М. Васин, О.А. Мамонова // Вектор науки ТГУ. – 2012. – С. 229–232.

4. Жуков, А. Полевая геоинформатика. Применение современных геодезических приборов и программных средств для создания и ведения ГИС / А. Жуков // CADmaster. – 2004. – № 2. – С. 59–63.

5. Лонский, И. И. Управление качеством измерений / И.И.Лонский // Известия высших учебных заведений. Геодезия и аэрофотосъемка. – № 6. – 2010. – С. 9–11.

6. Дьяков, Б. Н. О повышении надежности некоторых геодезических построений / Б.Н. Дьяков, Ю.В. Родионова // Геопрофи. – 2004. – № 4. – С. 48–50.

7. Кныш, О. И. Автоматизация оценки визуальной информации измерительных приборов / О.И. Кныш, И.И. Лонский, Д.А. Шозодаеронова // Славянский форум. – 2015. – № 2 (8). – С. 101–112.

8. Салищев, К. А. Картоведение / К.А.Салищев. – М.: Изд-во МГУ, 1982. – 408 с.

9. Hopfstock, A. (2010), A user-oriented map design in the SDI environment / A. Hopfstock // Communications of the Bundesamt für Kartographie und Geodäsie (Federal Agency for Cartography and Geodesy). – Frankfurt, 2010.

10. Лонский, И. И. Информационная оптимизация видеосистем / И.И. Лонский // Известия высших учебных заведений. Геодезия и аэрофотосъемка. – 1993. – № 4. – С. 149–152.

11. Лонский, И. И. Сравнительная оценка возможностей информационных систем / И.И.Лонский // Известия высших учебных заведений. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2013. – № 4. – С. 97–99.

12. Лонский, И. И. Оценка качества картографических произведений / И.И. Лонский // Известия высших учебных заведений. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2014. – № 6. – С. 118–121.