

## **Использование ГИС для автоматизации систем управления и мониторинга процессов строительства**

Институт проблем управления им. В. А. Трапезникова РАН, г. Москва  
e-mail: kshakalov@mail.ru

**Аннотация.** Статья посвящена методике и подготовки ГИС для целей использования в качестве системы управления и мониторинга строительных процессов. Основное внимание уделяется вопросам оптимизации ядра геоинформационной системы для наибольшей эффективности работы. Достаточно большое внимание уделено объединению современных средств сбора, передачи и обработки информации с целью интеграции в ГИС. В результате применения описанной методики представляется возможным использование ГИС в качестве основных систем для мониторинга и управления в строительстве площадных объектов.

**Ключевые слова:** ГИС, мониторинг строительства, управление строительством, ГИС для мониторинга.

Качество проведения работ напрямую зависит от своевременного выявления тех или иных нарушений используемой технологии. В решении данной задачи нам помогает мониторинг. Сейчас он производится разнообразными инструментальными средствами, в т.ч. работающими в полуавтоматическом режиме (сбор информации производится автоматизированно, а обработка данных осуществляется оператором в ручном режиме). Такой подход существенно замедляет процесс строительства, т.к. между этапами производства работ появляются существенные временные промежутки, связанные с получением и обработкой контрольной информации.

Кроме того, при применении технологий автоматизации процессов управления техникой и механизмами на строительных объектах, процесс получения данных мониторинга в ручном режиме неприемлим т.к. система управления должна получать и обрабатывать данные в режиме реального времени. Тут встает вопрос не только автоматизации процессов мониторинга, но и налаживания проведения этого процесса в реальном времени и в одной информационно-управляющей среде с системами управления.

Озвученные выше вопросы существенно замедляют процессы развития систем автоматизированного управления на строительных объектах. Решением может служить использование геоинформационных систем (ГИС). Геоинформационная система позволит:

- собирать информацию;
- обрабатывать информацию;
- отображать информацию;
- хранить информацию;
- принимать управленческие решения.

С решением вопросов сбора, хранения и обработки в той ли иной мере может справиться любая современная ГИС. Тем не менее, современные ГИС не имеют модулей принятия решений. Что делает их прямое использование затруднительным. Следует отметить, что строение ядер современных ГИС является клиентно ориентированным (система устанавливается на одном персональном компьютере и работа с одним проектом с нескольких компьютеров в режиме реального времени невозможна). Для корректной работы ГИС в системах автоматизированного управления необходимо менять принцип работы ядра ПО. Ядро должно быть построено по принципу клиент-серверного приложения [1]. В таком случае, основная система будет расположена на сервере, а клиенты могут подключаться по локальной или глобальной сети и производить изменения в режиме реального времени. Клиентами можно считать:

- системы сбора информации для мониторинга;
- системы сбора информации для управления;
- индивидуальные системы управления техникой;
- рабочие станции обслуживающего персонала.

За сервером, в реальном времени, закреплены следующие задачи:

- обобщение всей полученной от клиентов информации;
- размещение ее на рабочей основе;
- обеспечение доступа к рабочей основе;
- обеспечение возможности одновременной обработки информации;
- принятие управленческих решений, согласно заложенных алгоритмов.
- Проведение обновлений основных баз данных ГИС;

- хранение информации.

Такая компоновка ядра ГИС была впервые реализована в программном продукте ТАЛКА-ГИС, разработки ИПУ РАН. Первые тестирования системы показали ее полную работоспособность в реальных условиях, повышение эффективности процедур обработки данных и принятий решений.

**Применение ГИС для автоматизированного мониторинга.** В системах мониторинга применяется следующее оборудование:

- лазерный сканер;
- GPS/ГЛОНАСС приемник;
- компьютер управления сканером;
- системы передачи данных (роутер, WiFi антенны).

До начала производства строительных работ на объекте для размещения оборудования выбираются места под площадки. Далее оно компануется в рабочие станции и объединяется в одну сеть [2]. В качестве основной управляющей системы используется сервер с установленной на нем ГИС. Сервер размещается в головном ЦОД объекта. На сервер устанавливается программный комплекс «Талка-ГИС» разработки ИПУ РАН. Далее, используя функции данного ПО, подготавливается опорная (эталонная) подложка. Для подготовки подложки могут быть использованы следующие материалы:

- цифровая модель рельефа;
- данные АФС;
- данные космической съемки;
- векторные и растровые планы.

Эти данные могут использоваться как совместно, так и по отдельности друг от друга. После загрузки эталонных данных их необходимо сориентировать по геопространственным координатам. Для выполнения задачи обычно используются опорные точки на местности, эти точки должны присутствовать и быть хорошо различимы как на местности, так и на подготавливаемых материалах. На местности определение координат опорных точек производится путем измерений с помощью GPS/ГЛОНАСС приемников. Далее эти координаты сопоставляются с опорными точками на материале в ПО. Пересчет всего материала производится программным комплексом в автоматическом режиме. По завершении пересчета наш материал готов для дальнейшей работы [3]. Для корректной работы всех станций мониторинга. Выходные данные необходимо «привязать» к общей геопространственной системе координат. Каждая станция привязывается отдельно. Для этого производится сканирование один раз. Полученные данные передаются в основную ГИС. Далее находят характерные точки рельефа, имеющиеся на геоподоснове в ГИС и на данных, полученных с лазерного сканера. Оператор их сопоставляет вручную и нажимает кнопку пересчитать. ГИС запоминает параметры и далее производит пересчет в автоматическом режиме.

Следует отметить, что данный метод не подходит в пустынных и прочих местностях с отсутствующими характерными точками рельефа. В этом случае применяется другой метод. Сначала приемником GPS/ГЛОНАСС определяются геопространственные данные всех станций мониторинга. Координаты данных точек переносятся в основную ГИС. Далее со сканеров производится сканирование. Учитывая, что станции мониторинга находятся в зоне досягаемости измерительной системы лазерного сканера, данные о них будут в облаке точек друг друга. Воспользовавшись этим фактом, оператор загружает данные со сканирующих систем поочередно в ГИС и сопоставляет центр отображения GPS/ГЛОНАСС приемника в облаке точек с имеющейся точной с геопространственными координатами, полученными с этого приемника. Таким образом, данные будут геопозиционированы в ГИС.

**ВАЖНО:** облака точек, полученные с лазерного сканера геопозиционируются минимум по трем опорным точкам.

Для проведения автоматизированного мониторинга нам необходимо подготовить в ГИС эталонные слои, соответствующие каждому этапу строительных работ. Данные слои могут быть подготовлены с помощью векторизации проектной документации или, с помощью встроенного в ПО функционала по автоматизированному проектированию по СНИП.

При завершении каждого строительного этапа на объекте оператор запускает процедуру сканирования и облака точек, предварительно отфильтрованные компьютерами на станциях от избыточных и ошибочных надбых передаются в основную ГИС. Тут проводится процедура автоматизированного геопозиционирования и сравнения с эталонной моделью, соответствующей данному этапу.

- В случае совпадения по всему участку система выводит сообщение «Отклонений не найдено».
- В случае отклонений на каком-либо участке ГИС выводит сообщение «имеются отклонения» и отображает облако точек, соответствующее участку отклонений красным цветом. Для удобства просмотра и повешения производительности системы, точки, соответствующие норме убираются из отображения автоматически. Далее оператор может просмотреть более подробно участок, не соответствующий эталонной модели, произвести измерения и принять решение о дальнейших действиях.

**Применение ГИС для автоматизированного управления.** Системы автоматизированного управления достаточно сложны как в строении, так и в реализации. Они состоят из:

- компьютеры и механизмы управления объектом;
- средства сбора информации;
- средства принятия управленческих решений (ГИС);
- средства передачи информации;
- станция оператора.

Все описанные выше составляющие объединены в одну общую ГИС. Оператор выполняет функции контроля за работой механизмов и машин. Все данные отображаются на подложке, подготовленной по методике описанной выше. Данная подложка меняется в зависимости от текущего этапа работ, на заранее подготовленную эталонную подложку, при необходимости обновленную по данным автоматизированного мониторинга. Машины и механизмы отображены в ГИС в виде 3х мерных моделей (модели подготавливаются заранее в специализированном графическом ПО и загружаются в БД ГИС, далее присваиваются каждой отдельной единице с помощью специальных ключей) той или иной техники, подкрашенной в зависимости от ее состояния и статуса. Аппараты, управляющиеся с помощью системы автоматически покрашены зеленым цветом. Аппараты, управляющиеся автономно — синим. Данные о положении машин и механизмов, управляющихся людьми появляются в ГИС с помощью специальных меток, помещенных на них до въезда на площадку. Эта метка занесена в память системы, и при появлении ее на объекте ГИС начинает слежение за ней с помощью триангуляционного метода получения данных о месте положения объекта относительно расположенных по периметру станций слежения.

Автоматизированное управление осуществляется с помощью специальных алгоритмов модели движения техники по объектам, подготовленных заранее. Эти алгоритмы подготавливаются до начала производства работ на объекте в камеральных условиях [4].

Все механизмы управляются своим индивидуальным компьютером, согласно переданной в начале производства работ информации об алгоритме движения данной конкретной единицы. В основную управляющую ГИС данный бортовой компьютер передает следующие данные в режиме реального времени:

- данные о своем месте положении (передаются в геопространственных координатах X,Y,Z);
- данные о стадии выполнения алгоритма (передаются в виде 0 — ошибка. 1- все по плану)
- данные о возникающих ошибках (код ошибки);
- данные о аварийной остановке (код причины остановки, геопространственные координаты места остановки).
- Индивидуальный номер единицы.

Бортовой компьютер представляет собой отдельный персональный компьютер с установленной на него клиентской частью ПО «ТАЛКА-ГИС». Данная ГИС представляет собой урезанную версию ее серверного собрата. Она не обрабатывает данные с других устройств, тем не менее использует ту же версию подложки, что и основная версия. Бортовая ГИС предназначена для обработки данных, полученных с датчиков, расположенных на технике и управления системами машины. Управление осуществляется с помощью предварительно заложенного набора команд, передаваемых той или иной механической части системы. Алгоритм представляет собой информацию о том, на какой элемент системы воздействовать управляющим импульсом с какой частотой и продолжительностью. Далее система, с помощью датчиков собирает информацию о результате произведенного воздействия со стороны техники и принимает решение о соответствии результата запланированному. В случае возникновения ошибок, система подбирает правильные коды, соответствующие данной ошибке в имеющейся базе данных и передает его в основную ГИС, расположенную на сервере в ЦОД.

Автоматизация процессов мониторинга и управления строительством позволит существенно сократить сроки производства работ и поднять качество их исполнения в целом. Для таких стран как Россия, Канада, Украина факт сокращения сроков производства работ строительства автодорог является достаточно важным т. к. сезон строительства в них ограничен климатическими условиями. Сокращение сроков позволит увеличить количество построенных дорог не увеличивая количества применяемых машин и компаний, что скажется на финансовой составляющей в сторону уменьшения себестоимости одного погонного километра автодороги. Кроме того, автоматизация процессов позволяет уменьшить составляющую воздействия человеческого фактора на процесс строительства и ввести автоматизированный контроль за качеством производства работ со стороны заинтересованных органов в режиме реального времени с любого расстояния, используя сеть интернет.

### **Литература**

1. Жигалов К. Ю. Методики построения современных геоинформационных систем с учетом новых компьютерных и сетевых технологий / К. Ю. Жигалов // Альманах современной науки и образования. 2013. №7 (74). С. 66-68.

2. Жигалов К. Ю. Подготовка площадок проведения строительных работ для процессов автоматизации и мониторинга строительства автострад / К. Ю. Жигалов, Ш. И. Сюняев // Сборник научных трудов по материалам международной научно-практической конференции "Современные тенденции в образовании и науке" (М-во образования и науки РФ. ТРОО "Бизнес-Наука-Общество", Тамбов). Тамбов: ТРОО "Бизнес-Наука-Общество", Тамбов, 2013. Часть 11. С. 46-48.
3. Жигалов К. Ю. Использование ГИС при автоматизации процесса мониторинга покрытия автострад в период их эксплуатации для выявления необходимости и объемов ремонтных работ / К. Ю. Жигалов // Сборник научных Статей "Географические и геоэкологические исследования в Украине и сопредельных территориях" (Министерство образования и науки Украины Таврический национальный университет им В.И. Вернадского 2013, Симферополь Украина). Симферополь: Дайпи, 2013. Том 1. С. 415-419.
4. Жигалов К. Ю. Модели движения строительной техники в процессах автоматизации строительства объектов / К. Ю. Жигалов, Ш. И. Сюняев // Актуальные инновационные исследования: наука и практика (Электронное научное издание). 2013. Т. 3. [Электронный ресурс]. – Режим доатупа: [http://www.actualresearch.ru/nn/2013\\_3/Article/geosciences/zhigalov2013\\_3.htm](http://www.actualresearch.ru/nn/2013_3/Article/geosciences/zhigalov2013_3.htm).

**Анотація** К. Ю. Жигалов **Використання ГІС для автоматизації систем управління та моніторингу процесів будівництва.** Стаття присвячена методиці та підготовки ГІС для цілей використання в якості системи управління та моніторингу будівельних процесів. Основна увага приділяється питанням оптимізації ядра геоінформаційної системи для найбільшої ефективності роботи. Досить велику увагу приділено об'єднанню сучасних засобів збору, передачі та обробки інформації з метою інтеграції в ГІС. В результаті застосування описаної методики представляється можливим використання ГІС в якості основних систем для моніторингу та управління в будівництві майданних об'єктів.

**Ключові слова:** ГІС, моніторинг будівництва, управління будівництвом, ГІС для моніторингу.

**Abstract.** K. Zhigalov **GIS use for control systems and monitoring of construction processes.** Article is devoted to a technique and GIS preparation for use as a system of control and monitoring of construction processes. The main attention is paid for the questions of geoinformation system kernel optimization for the greatest overall performance. Rather much attention is paid to association of modern means of collecting, transfer and information processing for the purpose of integration into GIS. As a application result of the described technique, GIS can be used as the main systems for monitoring and management in building of vulgar objects.

**Keywords:** GIS, construction monitoring, management of construction, GIS for monitoring.

Поступила в редакцію 22.01.2014 з.