

ПРИМЕНЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ АЭРОКОСМИЧЕСКИХ СЪЕМОК В ИЗЫСКАНИЯХ И ПРОЕКТИРОВАНИИ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ В УСЛОВИЯХ ВЫСОКОГОРЬЯ

APPLICATION MATERIALS AEROSPACE SURVEYS IN SURVEY AND DESIGN OF ROADS IN THE HIGHLANDS

Бул макалада Кыргызстандагы жол куру тармактарында заманбап ГИС жана аралыктан байкаштыруу технологияларды кайра иштетүү, сактоо, жана жол кырдаалдарын баалоо үчүн учурда жана келечекте колдонуу перспективасы жөнүндө жазылат.

***Ачык сөздөр:** аралыктан байкоо, растр топокартасы, ортофотопландар, жердин 3D модели, аэросүрөттөр, жол куруудагы инженердик-геодезиялык изилдөөлөр.*

В этой статье описаны использование современных ГИС-технологий и методы дистанционного зондирования Земли (ДДЗ) для обработки, хранения, передачи и обмена информации для комплексной оценки дорожной ситуации и для повышения эффективности управления отраслями строительства автомобильных дорог.

***Ключевые слова:** дистанционное зондирование, растровая топокарта, ортофото планы, 3D модели местности, аэроснимки, инженерно-геодезические изыскания при строительстве дорог.*

This article describes the use of modern GIS technologies and methods of remote sensing for data processing, storage, transfer and exchange and to improve the management efficiency of the sector of road construction.

***Keywords:** remote sensing, raster topographic maps, orthophotos, 3D terrain models, arosinmki, engineering and geodetic surveys for road construction.*

И в этой связи применение ДДЗ осуществляется в следующих направлениях: инженерно-геодезические изыскания при строительстве автомобильных дорог, наблюдение за состоянием строительства дорог, мониторинг состояния дорожного покрытия после сдачи в эксплуатацию и т.д.

На сегодняшний день автомобильные дороги - это важнейшие артерии, которые поддерживают экономику, все функциональные составляющие нормального развития государства и общества. В Кыргызстане общая протяженность автодорог составляет 18,8 тыс. км, из них 5,5 тыс. км с асфальтобетонным покрытием. До недавнего времени из-за хронического недофинансирования Кыргызстан ежегодно терял около 200 км дорог. В 2006 г. финансирование на ремонтные работы выросло в 1,5 раза, а объем работ увеличился в 20 раз. Задача эта очень сложная, поскольку ямочный ремонт одного километра дороги с восстановлением изношенного слоя стоит около 200 тыс. сомов. В 2005 г. было отремонтировано 56 км дорог и построено 4 моста, в 2006 г. планируется соответственно 1000 км и 16 мостов.

В настоящее время большинство автомобильных дорог в Кыргызстане расположены в горных местностях, это характеризуется тем, что физико-географическим расположением городов страны. Строительство магистральных автомобильных дорог по всей республике является стратегическим планом на ближайшее будущее. Но в то же время, как мы знаем проектирование, строительство и эксплуатация транспортных коммуникаций и объектов в

условиях сильнопересеченной и горной местности представляет собой весьма сложный комплекс инженерных задач, экологических и социальных проблем.

Использование методов и данных дистанционного зондирования очень полезны в решении этих проблем. Применение данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) и современных методов обработки и дешифрирования спутниковых изображений и аэроснимков позволяет снизить затраты при проектировании и строительстве автомобильных дорог в труднодоступных районах Кыргызской Республики. Также, для расширения применения данных ДЗЗ в дорожном строительстве важно учитывать ряд специфических особенностей Кыргызской Республики:

- отсутствие обновлённых цифровых и растровых топокарт на районы строительства автомобильных дорог;
- отсутствие в открытом пользовании точной координатной привязки дорожных объектов.

Проектирование автомобильных дорог, как и других линейных сооружений, требует выполнения весьма трудоемких работ. Уже более полувека для повышения качества этих работ и сокращения сроков их выполнения используется аэрокосмические съемки. Традиционно по этим материалам выполнялись фотограмметрические работы по созданию и обновлению карт на интересующие территории, проводились предварительные изыскания по выбору лучшего варианта, составлялись маршрутные фотосхемы и фотопланы. Также давно существует технология непосредственного трассирования по аэрокосмическим снимкам в стереорежиме, т.к. видимая объемная модель местности позволяет легко находить поворотные точки и проводить линии с заданными уклонами, строить продольные и поперечные профили.

Компьютерные методы обработки данных дистанционного зондирования сделали применение аэрокосмических съемок еще более привлекательным: появление цифровых фотограмметрических станций и автоматизация фотограмметрических работ позволила относительно быстро получать такие трудоемкие продукты, как ортофотопланы и 3Д-модели местности, по которым производится проектирование.

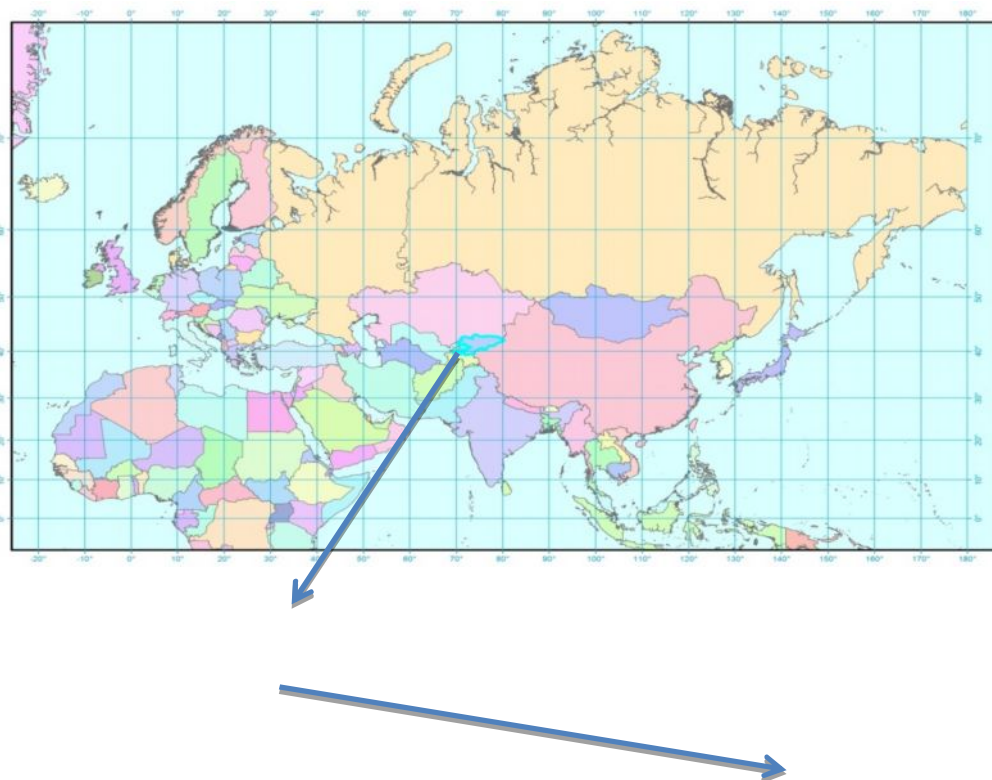




Рис. 1. Расположение самой высокорасположенного участка автомобильной дороги Кыргызской Республики. (Тоо-Ашуу.Жайылский район)

Постоянно улучшаются и расширяются характеристики применяемого оборудования, совершенствуются технологии обработки снимков. Также хотелось бы добавить что из-за конкурентной среды материалы аэрокосмических снимков с каждым годом становятся доступными для пользователей при этом не теряя качественных характеристик.

В условиях горной страны, к которым относится Кыргызстан, одним из ключевых звеньев становления экономики может стать развитие транспортной системы и реализация транзитного потенциала страны для обеспечения евразийских связей, что позволит существенно увеличить ВВП Кыргызстана за счет роста объемов транспортной работы и мультипликативного эффекта в других отраслях. И основными перспективными направлениями применения материалов дистанционного зондирования в дорожном строительстве являются контроль объёмов, сроков и видов выполнения работ по строительству и ремонту дорожных объектов; контроль и прогнозирование паводковой, пожарной и метеорологической обстановки в районах основных артерий страны; оценка масштабов разрушений из-за техногенных катастроф и стихийных бедствий в коридорах автотрасс, оперативное планирование восстановительных работ в этих районах; привязка дорожных объектов к координатам и уточнение трасс прохождения автодорог; инвентаризация имущества и земель дорожного хозяйства. Применение технологий оперативной космической съёмки высокого разрешения и современных методов обработки и дешифрирования космических изображений различных спутников позволяет снизить затраты и объективно с высокой частотой оценивать состояние дорожных объектов горных районов Кыргызстана. Также, прокладка транспортных сетей является мощным техногенным фактором нарушения естественного равновесия горных экосистем за счет подрезки склона и ослабления призмы упора, а также увеличения трещиноватости массива при буровзрывных проходческих работах и последующего разуплотнения вскрытых участков горного массива. При эксплуатации автодорог, кроме того, происходит развитие систем трещин и их разрастание при прохождении большегрузных автомобилей. Нарушается естественное напряженное состояние породного массива горных склонов, приводящее к потере геомеханической устойчивости склонов. В этой связи использование методов аэрокосмических съёмок как нельзя кстати.

Существует, по крайней мере, **три причины** использования методов и данных дистанционного зондирования для строительства автомобильных дорог в горных условиях:

Первая причина — быстрое трассирование дорог. До сих пор проектная трасса дороги в плане и продольном профиле формируется на основе старых карт и планов и появившиеся за последние годы ситуации местности создают проблемы при трассировании автодорог. В то же время в прикладных программах для обработки данных ДДЗ разработано многообразие инструментов и функций, которые позволяют организовывать этот процесс быстрее и эффективнее. Необходимость быстрого трассирования вызвана спецификой сегодняшней организации проектной деятельности. Современные программные средства также основаны на работе с данными дистанционного зондирования и позволяют в той или иной мере оценить объёмы будущих работ, спланировать предварительный бюджет и рабочий график реализации проекта.

Вторая причина — доступность материалов. Значительный прорыв в применении космосъёмки для самых различных сфер человеческой деятельности произошёл в последнее время благодаря двум фактам: снижению требований секретности по отношению к материалам космосъёмки и активной позиции зарубежных лидеров по распространению материалов космосъёмки. Ещё большее многообразие возможностей для применения данных ДДЗ в строительстве автомобильных дорог предоставляет фото с аэролетательных аппаратов, к которым относятся как традиционные самолёты и вертолёты, так и сверхлёгкие летательные аппараты (СЛА — дельталёты, автожиры) и беспилотные летательные аппараты (БЛА — самолёты, вертолёты, гексалёты). За последние годы серьёзно усовершенствовались и алгоритмы обработки аэрофотосъёмки. Наряду с традиционными методами фотограмметрии, основанными на распознавании координат точек по стереопарным снимкам, применяются алгоритмы распознавания на основе последовательности снимков.

Третья причина — работа с большими массивами ЦММ. Такая проблема возникла в связи с бурным развитием технологий воздушного лазерного сканирования. Для линейно-протяжённых объектов наиболее целесообразным методом является мобильное воздушное лазерное сканирование. Современные лаборатории лазерного сканирования способны формировать «облака точек» размерностью сотни миллионов на погонный километр дороги.

Это и хорошо, и плохо. Хорошо то, что создаётся высочайшей точности 3D-модель дороги, по которой можно вычислять продольную и поперечную ровность покрытия, распознавать дефекты, рассчитывать линейные, площадные и объёмные параметры. Плохо то, что память компьютеров не бесконечна и при построении поверхностей для целей проектирования необходимы специальные алгоритмы генерализации. Существуют и другие подходы к решению проблемы обработки больших массивов точек поверхности, полученных посредством лазерного сканирования. На сегодня уже созданы необходимые инструменты для обработки данных ДДЗ в составе ПО для строительства автомобильных дорог и осуществляется их совершенствование в режиме пилотных проектов.

Учитывая то, что автомобильные дороги являются объектами строительства, для них, возможно, подходящей методологией поддержки выполнения проектных и строительных работ может быть данные ДДЗ. Именно данные дистанционного зондирования Земли в последнее время широко обсуждается и стремительно развивается во многих странах мира, становясь элементом государственной политики в области регулирования процессов в строительной сфере (США, Голландия, Германия, Китай и др.).

С другой стороны, брать полностью его в качестве основы поддержки выполнения проектных и строительных работ не совсем целесообразно, поскольку специфика автомобильных дорог, как линейно-протяжённых объектов, существенно отличается от других объектов строительства, таких, как промышленные и гражданские здания.

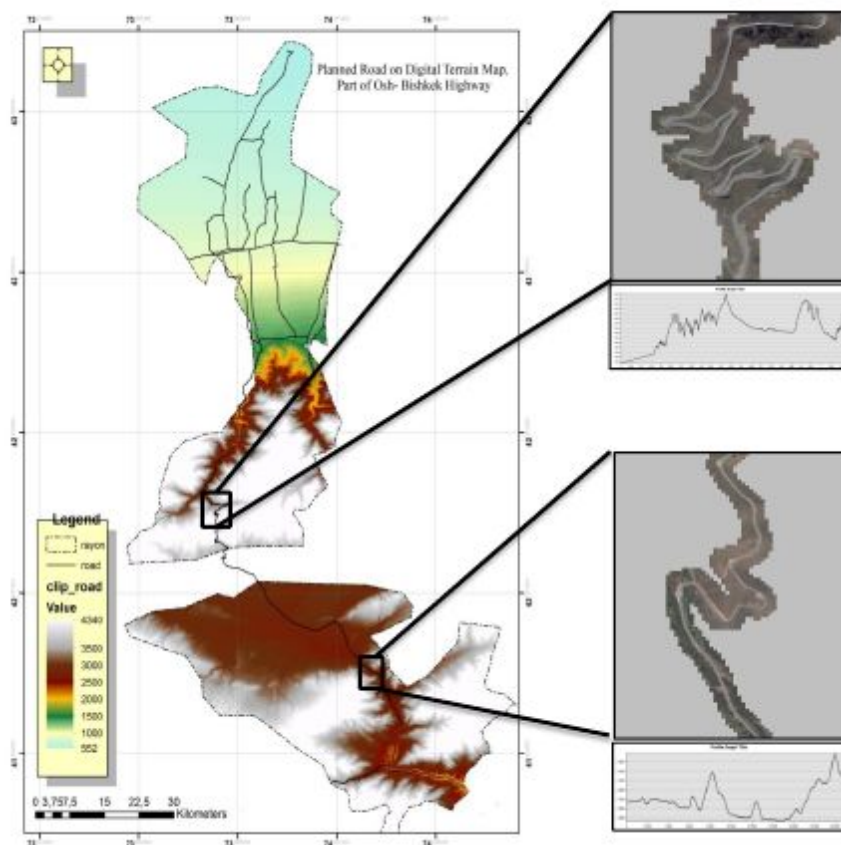


Рис. 2. Участки горной местности автомагистрали Ош-Бишкек



Рис. 3. Жизненный цикл строительства автомобильных дорог

Здесь, очевидно, необходим синтез инженерных идей и адаптация их к нашим организационно-технологическим реалиям. **Информационное моделирование дорог** призвано функционировать (создаваться, актуализироваться, корректироваться) на всех стадиях **жизненного цикла** дороги. Таких стадий нами выделено три: проектирование, строительство и эксплуатация. Каждая из стадий сопровождается определёнными процессами. Сформулируем и рассмотрим лишь те процессы, которые носят инженерный характер. На рис. 3 представлено в графическом виде информационного моделирования дорог, как ядро информационной системы, стадии жизненного цикла дороги и сопутствующие им процессы.

В заключение попытаюсь ответить на вопрос, который задаётся в последнее время достаточно часто: есть ли будущее у отечественных при применении методов и данных дистанционного зондирования для проектирования и строительства автомобильных дорог? Да, есть, по крайней мере, есть сдержанный оптимизм по поводу будущего ДДЗ в строительстве автомобильных дорог. Но для этого надо научиться применять его на всех этапах строительства и такое понимание у проектировщиков и заказчиков есть. Важна также роль государства: должна ли развиваться школа исследований методов и алгоритмов применения ДДЗ в проектировании, моделировании движения автомобилей и транспортных потоков? Не будет учёных-исследователей, не будет основы для высшего образования, не будет качественных и безопасных дорог.

Список литературы

1. Хавкин К.А. Проектирование продольного профиля автомобильных дорог (методы и автоматизация)[Текст] / К.А. Хавкин, Л.Н.Дашевский. - М.: Транспорт, 1966. - 239 с.
2. Федотов Г.А. Изыскания и проектирование автомобильных дорог [Текст]: в 2 кн. Кн. 1, учебник / Г.А.Федотов, П.И. Пospelов. - М.: Высш. шк., 2009. - 646 с.