

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ НЛС ПРИ МОНИТОРИНГЕ ПРИРОДНЫХ ОБЪЕКТОВ

Н.С. Белов (БФУ им. И. Канта, Калининград)

В 2004 г. окончил факультет географии и геоэкологии Калининградского государственного университета (в настоящее время — Балтийский федеральный университет (БФУ) им. И. Канта) по специальности «геоэколог». После окончания университета работает на кафедре геоэкологии БФУ им. И. Канта, в настоящее время — старший преподаватель. С 2005 г. по 2010 г. работал в управлении международных связей Российского государственного университета им. И. Канта. Кандидат географических наук.

К.А. Аванесов («Геодезические приборы», Санкт-Петербург)

В 2003 г. окончил Санкт-Петербургский государственный горный институт им. Г.В. Плеханова (технический университет) по специальности «прикладная геодезия». После окончания института работает в ЗАО «Геодезические приборы», в настоящее время — инженер-консультант.

Д.А. Кукушкин («ГЕОСТРОЙИЗЫСКАНИЯ»)

В 2002 г. окончил геодезический факультет МИИГАиК по специальности «прикладная геодезия». После окончания университета работал в УССТ № 2 при Спецстрое России. С 2004 г. работает в ЗАО «ГЕОСТРОЙИЗЫСКАНИЯ», в настоящее время — инженер-геодезист.

Т.В. Шаплыгина (БФУ им. И. Канта, Калининград)

В 2001 г. окончила географический факультет Калининградского государственного университета (в настоящее время — Балтийский федеральный университет (БФУ) им. И. Канта) по специальности «геоэколог». После окончания университета работает на кафедре геоэкологии БФУ им. И. Канта, в настоящее время — доцент. Кандидат географических наук.

И.И. Волкова (БФУ им. И. Канта, Калининград)

В 1981 г. окончила химико-биологический факультет Калининградского государственного университета (КГУ, в настоящее время — Балтийский федеральный университет (БФУ) им. И. Канта) по специальности «биолог». После окончания университета работала в Ботаническом саду КГУ, в НИС географического факультета КГУ. С 2010 г. по настоящее время — ведущий менеджер ООП факультета географии и геоэкологии, доцент кафедры геоэкологии БФУ им. И. Канта.

Наземное лазерное сканирование (НЛС) — один из наиболее быстрых и производительных способов получения полной и максимально точной информации о пространственном состоянии объекта. Классическими областями применения НЛС в России являются: фасадная съемка; съемка уникальных архитектурных объектов, автомобильных и железных дорог и прилегающей к ним инфраструктуры, рельефа местности, открытых и закры-

тых горных разработок; прогноз и мониторинг чрезвычайных ситуаций; контроль за качеством эксплуатации инженерных сооружений, выполнения строительных и дорожных работ и др.

Как видно из вышеизложенного, в России из области применения наземного лазерного сканирования выпал мониторинг природных объектов. Имеются лишь отдельные примеры его использования для этих целей, но, как правило, они огра-

ничиваются созданием планов местности в масштабе 1:50–1:500 [1]. Вместе с тем, за рубежом технологии НЛС находят все большее применение в естественных науках, становясь важной составляющей ландшафтных и прочих исследований. Известно их использование при мониторинге горных районов (обвалы и оползневые процессы) [2], рек (русловые и эрозионные процессы) и береговой зоны (литодинамические процессы) [3, 4].

Методы НЛС позволяют удаленно обследовать участки местности и отдельные природные объекты, съемка которых затруднена в силу их локализации или структурной сложности, а также затратности обследования традиционными геодезическими способами. Полученные в результате НЛС материалы делают возможным создание цифровых моделей объектов, чертежей, планов и карт местности. Важной особенностью использования НЛС является получение цифровой продукции, готовой к использованию в геоинформационных системах (ГИС) или системах автоматизированного проектирования (САПР), что исключает промежуточные действия по оцифровке данных и значительно повышает эффективность использования результатов съемки.

Учитывая специфику Калининградской области, одной из наиболее перспективных сфер применения технологии НЛС в регионе может стать мониторинг побережья Балтийского моря, включающий:

- мониторинг эрозионных и оползневых процессов;
- расчет объемов обломочного материала для выявления динамики склонов и пляжа;
- построение поперечных профилей береговой зоны и определение ее морфометрических характеристик;
- создание трехмерной модели для визуализации природных объектов;
- территориальное планирование.

В 2011 г. Балтийский федеральный университет (БФУ) им. И. Канта закупил два сканера Topcon GLS-1500 для учебных

и научных целей. Первый опыт использования НЛС на природных объектах Калининградской области был получен на участке Куршской косы в районе пос. Морское сотрудниками факультета географии и геоэкологии БФУ им. И. Канта, ведущими специалистами ЗАО «Геодезические приборы» (Санкт-Петербург) и ЗАО «ГЕОСТРОЙИЗЫСКАНИЯ».

Куршская коса представляет собой крупную аккумулятивную форму в Юго-Восточной Балтике, шириной 0,4–3,8 км и протяженностью 98 км (49 км принадлежат России, а остальные — Литве). Максимальная высота дюнных массивов составляет 68 м. Основная часть территории косы входит в состав национального парка «Куршская коса», включенного в 2000 г. в Список объектов Всемирного наследия ЮНЕСКО.

Лазерное сканирование было проведено на участке берега длиной 600 м и шириной 250 м (зона пляжа и приморского грядового комплекса). Природные особенности территории обусловили необходимость съемки объекта с трех мест стоянки сканера (станций). Привязка каждой станции и ориентирных точек в местную систему координат осуществлялась с помощью электронного тахеометра SET650RX (Sokkia, Япония). Сложные ветровые условия явились серьезным испытанием для работы прибора и позволили оценить некоторые его технические характеристики. В частности, обтекаемая форма прибора не вызвала проблем с его инициализацией при включении. При съемке пляжа точки скана получались на максимальном расстоянии, превышающем документированные возможности (330 м) на 10–15 м. Шаг сканирования задавался 3х2 см (на расстоянии 10 м), время выполнения кругового сканирования на одной станции

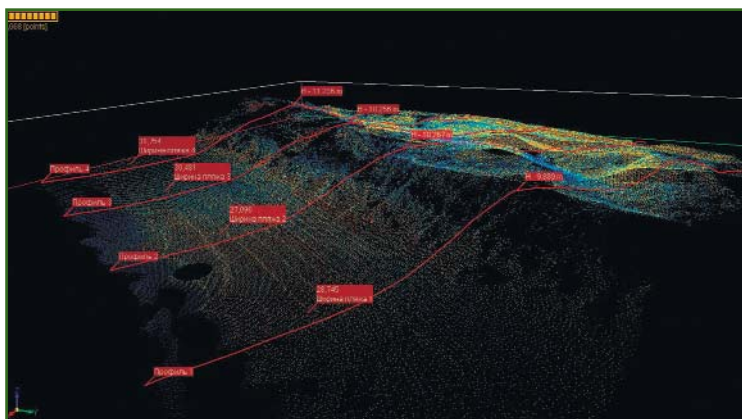


Рис. 1
«Облако точек», визуализированное в программе ScanMaster

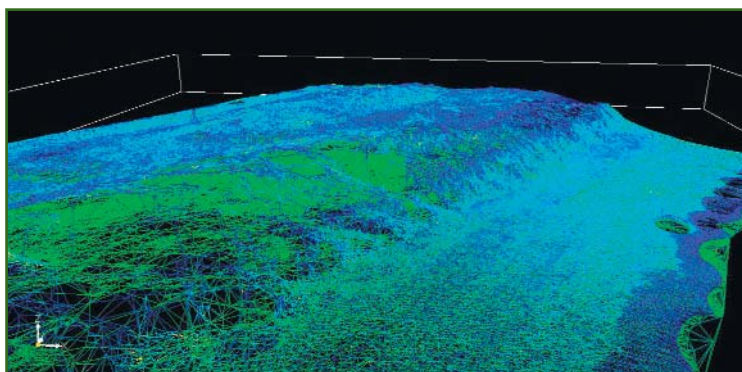


Рис. 2
Триангуляционная модель поверхности, подготовленная для расчета объема

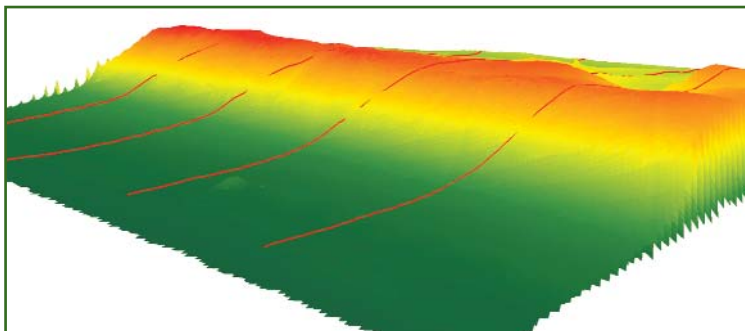


Рис. 3
Модель поверхности рельефа в среде ArcGIS

составило около 30–40 минут. Результаты сканирования и первичных расчетов представлены на рис. 1.

В процессе работы с «облаком точек» были выполнены измерения основных морфометрических характеристик пляжа и приморского дюнного грядового комплекса на 4-х построенных поперечных профилях, протяженность которых составила 110–115 м. Максимальная высота дюнной гряды, полученная по профилям, находилась в диапазоне 9,8–11,2 м, ширина пляжа — в пределах 27–31 м.

«Облако точек» позволило получить не только линейные и высотные параметры, но и другие характеристики объекта. Для определения запасов песчаного материала на участке пляж — дюнная гряда была построена триангуляционная модель поверхности (рис. 2). Расчет объема проводился с использованием 57 790 треугольников для зоны пляжа и 218 883 — для грядового комплекса. В результате были получены следующие значения: общий объем песчаного материала составил 62 000 м³, в том числе, пляжа — 29 030 м³ и дюнной гряды — 32 970 м³.

Использование ГИС-технологий позволяет расширить информационные возможности «облаков точек» и повысить степень визуализации объекта.

Так, посредством стандартной процедуры импорта точек

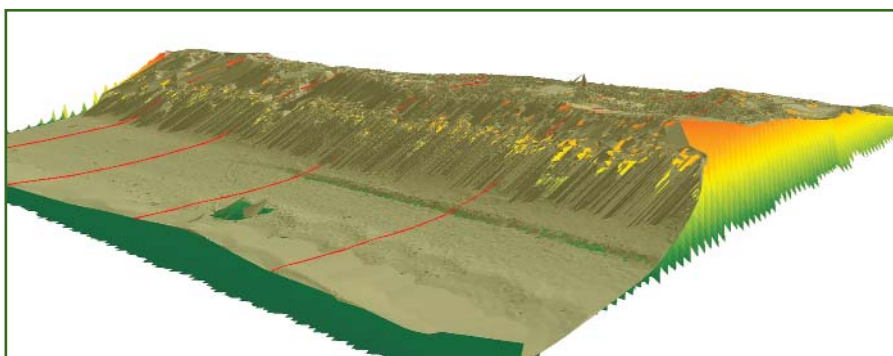


Рис. 4
Полигональный слой, наложенный на GRID-поверхность

скана, с использованием модуля Spatial Analyst ArcGIS, была создана GRID-поверхность (модель поверхности рельефа с регулярной сеткой) (рис. 3) и построены горизонтали рельефа поверхности. После построения горизонталей была проведена процедура конвертации поверхности в полигоны, для уточнения привязки и улучшения визуального восприятия (рис. 4).

Использование данного подхода при мониторинге природных объектов повышенной уязвимости позволяет отслеживать изменение морфолитодинамической ситуации в пространстве и во времени.

Таким образом, совмещение технологии наземного лазерного сканирования с возможностями геоинформационных систем позволяет оптимизировать процесс мониторинга природных объектов на разных этапах реализации: съемки объекта, обработки, визуализации и ана-

лиза полученных данных, прогнозирования развития геоэкологических ситуаций.

▼ Список литературы

1. Отчет к государственному контракту № 11587 от 12.11.2009 г. о выполнении работ по разработке программы «Мониторинг за состоянием дна, берегов, изменениями морфометрических особенностей, состоянием водоохранных зон водных объектов или их частей на территории Краснодарского края».

2. Nguyen H.T., Fernandez-Steeger T.M., Wiatr T., Rodrigues D., Azzam R. Use of terrestrial laser scanning for engineering geological applications on volcanic rock slopes — an example from Madeira island (Portugal) // Nat. Hazards Earth Syst. Sci., 11, 807–817, 2011.

3. Le scannage 3D terrestre longue portee applique aux travaux maritimes et fluviaux.

4. Poulton C.V.L., Lee J.R., Hobbs P.R.N., Jones L., Hall M. Preliminary investigation into monitoring coastal erosion using terrestrial laser scanning: case study at Happisburgh // NORFOLK British Geological Survey, Keyworth, Nottingham, NG12 5GG.

RESUME

The results of ground-based laser scanning of the coastal zone area of the Curonian Spit as one of the options for monitoring natural objects, are given. It is noted that the use of GIS technologies for processing ground-based laser scanning data can extend the functionality of the calculations and analysis.