ФГАОУ ВПО «Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова»
ФГБУ «Северное управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды»
Всероссийская общественная организация «Русское географическое общество»

Комплексная научно-образовательная экспедиция «Арктический плавучий университет - 2015»

Архангельск – 2015

УДК [551.46.062+551.5](985)
ББК 26 221+26.23(21)
К 63

Ответственные редакторы:
К.С. Зайков, канд. ист. наук; *Д.Ю. Поликин*, канд. геогр. наук;
Л.Н. Драчкова, канд. геогр. наук

К 63 Комплексная научно-образовательная экспедиция «Арктический плавучий университет – 2015»: материалы экспедиции [Электронный ресурс] / отв. ред. К.С. Зайков, Д.Ю. Поликин, Л.Н. Драчкова; Сев. (Арктич.) федер. ун-т. – Электронные текстовые данные. – Архангельск: САФУ, 2015. – 212 с.
ISBN 978-5-261-01116-3

Изложены результаты комплексных исследований по программе экспедиции «Арктический плавучий университет - 2015» на НИС «Профессор Молчанов» в акваториях Белого и Баренцева морей. Представлены данные по изучению арктических почв, биоресурсов прибрежных территорий. Рассмотрены вопросы адаптации человека к арктическим условиям. Проведен мониторинг объектов культурного и природного наследия на архипелагах Новая Земля и Земля Франца-Иосифа. Приведены результаты океанографических исследований в акватории Белого моря.

Проведена ежегодная образовательная программа для студентов, магистрантов и аспирантов.

Издание предназначено для ученых естественно-научных и гуманитарных специальностей (биологов, экологов, климатологов, географов, историков), а также аспирантов и студентов.

Исследования проведены при поддержке Всероссийской общественной организации «Русское географическое общество».

УДК [551.46.062+551.5](985)
ББК 26 221+26.23(21)

Издательский дом им. В.Н. Булатова САФУ
163060, г. Архангельск, ул. Урицкого, д. 56

ISBN 978-5-261-01116-3
© Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова, 2015

Содержание

Введение (*К.С. Зайков*) 5

1. Программа работ экспедиции «Арктический плавучий университет – 2015» (*Д.Ю. Поликин*) 7
1.1. Научная программа работ экспедиции…… 7
1.2. Образовательная программа экспедиции «Арктический плавучий университет–2015» (*Л.Н. Драчкова*) 14

2. Информационные сводки экспедиции «Арктический плавучий университет – 2015» (*Д.Ю. Поликин*) 19

3. Почвенно-геохимические особенности береговых и островных геосистем в экстремальных условиях Арктики (*С.В. Горячкин, С.В. Любова, Т.В. Левандовская*) 35
3.1. Цель и задачи исследования..... 35
3.2. Методы исследований и оборудование 36
3.3. Результаты исследований и их обсуждение 37
3.4. Обсуждение результатов 58

4. Исследование биоресурсов прибрежных территорий арктических морей (*К.Г. Боголицын, А.С. Дружинина, Д.В.Овчинников, П.А. Каплицин*)..... 60
4.1. Цели и задачи исследования 60
4.2. Состав работ 61
4.3. Методическое и аппаратурное обеспечение исследований 61
4.4. Идентификация и районирование морских водорослей 62
4.5. Полифенолы в бурых водорослях 66
4.6. Результаты исследований 68

5. «Исследование высокоширотной ионосферы на границе авроральной овала по данным ГНСС. Подготовка тематических ледовых и метеорологических прогнозных карт-схем в интересах геоинформационного обеспечения решения целевых задач экспедиции «Арктический плавучий университет 2015», в том числе по результатам тематического дешифрирования и интерпретации ДДЗЗ, математического моделирования» (*Д.С. Ковалев*) 74
5.1. Цели исследования 74
5.2. Оборудование 75
5.3. Описание системы мониторинга и основных методик ее применения.. 79

6. Картографо-геодезическое обеспечение прикладных геоэкологических исследований сектора Российской Арктики (*С.К. Костовска, С.К. Костовска, Д.Ю. Поликин, А.С. Некрич*) 99
6.1. Цель и задачи исследования..... 100
6.2. Методы исследований..... 101

6. Картографо-геодезическое обеспечение прикладных геоэкологических исследований сектора Российской Арктики

Северные территории с крайне неустойчивыми и контрастными погодными условиями, с трансформированной природной средой в районах размещения объектов промышленности и инфраструктуры на многолетнемерзлых породах, представляют собой потенциально нестабильные ареалы. Расширение топливно-энергетического сектора России на север ведет к тому, что арктический регион становится не только зоной стратегического интереса сырьевых отраслей промышленности, но и зоной экосистемной нестабильности и техногенных рисков. Для предотвращения возможных неблагоприятных последствий освоения экосистем Севера «Стратегией развития Арктической зоны РФ (АЗРФ) и обеспечения национальной безопасности на период до 2020 года» предусмотрено развитие науки и технологий по следующим основным направлениям:

- развитие экспедиционной деятельности в целях реализации крупномасштабных и комплексных научных проектов в Арктике;
- использование возможностей международного научного и научно-технического сотрудничества;
- обеспечение участия российских научных и научно-образовательных организаций в глобальных и региональных технологических и исследовательских проектах;
- обеспечение экологической безопасности и других.

Программа экспедиции «Арктический плавучий университет» («АПУ») ориентирована на реализацию приоритетных направлений Стратегии. Так, главными задачами «АПУ» являются:

1) организация научно-исследовательской экспедиции для изучения окружающей среды (ледовой обстановки, морских экосистем) и влияния на нее наблюдаемых и прогнозируемых климатических изменений;

2) обеспечение фундаментальных и прикладных исследований в арктической зоне в области метеорологии, биологии, геоморфологии, картографии и других;

3) активизация совместного научно-технического сотрудничества Российской Федерации со странами Арктического Совета в области сохранения природной среды в Арктике и изучения состояния арктической флоры и фауны;

4) мониторинг состояния природных экосистем арктической зоны.

Проведение картографо-геодезических работ позволяет создавать топографические основы, получать плановую и высотную привязку объек-

тов, отслеживать динамику изменений рельефа местности, изменение границ ландшафтных выделов и растительных сообществ, осуществлять картирование и мониторинг положения объектов историко-культурного наследия и др., обеспечивает мониторинговые исследования арктических экосистем необходимыми картографическими материалами, и становится неотъемлемой частью научно-исследовательских экспедиций.

6.1. Цель и задачи исследования

Целью проводимых исследований в рамках экспедиции «Арктический плавучий университет - 2015» являлось выявление возможностей использования геодезических приборов в экстремальных условиях Российской Арктики (в т.ч. при ограничении времени) для формирования информационной базы картографического обеспечения прикладных исследований, включая создание крупномасштабных тематических карт районов, подлежащих экологическому мониторингу.

Для осуществления поставленной цели решались главные задачи:

- научно-исследовательская — определение оптимальных масштабов и шкал сечений рельефа топографических планов, используемых в качестве основы для создания крупномасштабных тематических карт экологического содержания;

- образовательная — приобретение и закрепление навыков создания топографических планов и построения профилей по результатам собственных геодезических измерений с последующим составлением серии крупномасштабных тематических карт.

Научно-исследовательская задача включала в себя ряд взаимосвязанных подзадач, таких как:

1. Определение географических координат и переход к геодезическим координатам (местной системе координат).

2. Съемка участков местности в масштабах 1:500, 1:1000, 1:2000 с сечением рельефа 0,5 и 1 м электронным тахеометром Trimble 3305 DR.

3. Камеральная обработка данных и создание топографических планов местности в местной системе координат соответствующих масштабов и шкал сечений рельефа с использованием программного обеспечения Credo и AutoCad civil 3D.

4. Построение профилей в местной системе высот с использованием результатов геодезических измерений приборами нивелиром и тахеометром.

5. Создание серии крупномасштабных тематических карт на составленных топографических основах с использованием результатов исследований биологического, историко-географического и социально-гуманитарного блоков.

6.2. Методы исследований

Топографические съемки масштабов 1:500, 1:1000 и 1:2000 с сечением рельефа горизонталями через 0,5 м, 1 м и 2 м, выполнялась полевой бригадой из 2-х человек во время высадок методом тахеометрии с точек съемочного обоснования электронным тахеометром Trimble 3305 DR.

Математическая обработка линейно-угловых измерений в теодолитных ходах, уравнивание систем теодолитных ходов и ходов тригонометрического нивелирования, оценка точности измерений по результатам уравнивания выполнялись с помощью программного обеспечения CREDO* DAT 3.1.

По результатам топографических съемок составлены топографические планы масштабов 1:500, 1:1000 и 1:2000 с сечением рельефа горизонталями через 0,5 м, 1 м и 2м, путем цифровой обработки с использованием программного комплекса AutoCad Civil 3D.

Цифровые топографические планы создавались на основе автоматизированного метода - передачи информации с электронных накопителей геодезических приборов с учетом действующих условных знаков для топографических планов (п. 5.8 СНиП 11-02-96) [2, 8]. При создании цифровых топографических планов, а также при других процессах автоматизированной обработки результатов топографо-геодезических работ использовались утвержденные в установленном порядке классификаторы единой системы классификации и кодирования топографической и картографической информации — «Классификатор топографической информации. (Информация, отображаемая на картах и планах масштабов 1:500, 1:1000, 1:2000, 1:5000, 1:10000)» и др. [8].

Точность, детальность, полнота и оформление топографических планов выполнены с учетом основных положений СНиП 11-02-96 (пп. 5.8-5.19) [2].

Работы по съемке местности включали в себя:

- сбор и анализ имеющихся материалов (исполнительной и контрольной геодезических съемок, космические снимки и др.);
- рекогносцировочное обследование;
- поиск и фотографирование объектов и сооружений на поверхности;
- плановая и высотная съемки объектов и сооружений на поверхности земли;
- составление планов местности с нанесением объектов и сооружений с их техническими характеристиками.

При контроле документации результатов полевых измерений проверялись и выполнялись:

- соответствие объемов, содержания (масштаб съемки, сечение рельефа и т.п.), назначения и местоположения объектов съемки заданиям;

- соответствие применяемой методики требованиям действующих инструкций, соблюдение технических допусков, предусмотренных инструкцией и условиями.
- проверка, исправление и устранение недостатков, отмеченных в материалах, выполненных по результатам предыдущих полевых исследований, в т.ч. топографо-геодезических;
- правильность оформления полевой и камеральной документации (абрисов, схем и др.).
- состояния геодезических приборов, наличие поверок и правильность их юстировки;
- знания и практические навыки исполнителей по выполняемой работе;
- знания и выполнение правил по технике безопасности [10].

При контроле планового и высотного съемочного обоснования проверялись:

- достаточность густоты точек для обеспечения производства съемок;
- методы уравновешивания съемочной сети, наличие вычисления во вторую руку координат и высот, наличие координат и высот исходных пунктов.

При контроле топографической съемки проверялось соответствие изображения предметов местности действующим условным знакам, наличие необходимых пояснительных надписей и цифровых данных, соответствие плотности пикетов требованиям инструкции для данного масштаба съемки и сечения рельефа, а также величин измеренных расстояний от съемочных точек до контуров [5, 6, 7, 9].

Оценка качества всей работы в целом и по видам работ, при выводе оценки учитывала:

- по топографической съемке: соответствие принятой методики проведения топографо-геодезических работ, правильность выбранного метода съемки, полнота и точность изображения ситуации, правильность изображения рельефа, состояние абрисов и журналов измерений, качество изготовления плана, полнота и качество ведения сопутствующей документации [2, 3, 4];
- по камеральным работам: качество вычерчивания планшетов и зарамочного оформления, соблюдение принятых условных знаков, полнота корректуры, полнота и качество изготовления копий с планов [9].

6.3. Оборудование и программное обеспечение

Для выполнения полевых работ и камеральной обработки данных использовалось минимальное количество оборудования (табл. 6.1).

Тахеометр Trimble 3305 DR

Краткие характеристики [11]:

Точность измерения углов – 5”

Расстояний – 3 мм +2 мм/км (без отражателя), 2 мм + 2 мм/км

Память до 1900 точек

Односторонний дисплей

Тахеометр Trimble 3305 DR выпускается с безотражательным дальномером. Электронный тахеометр Trimble 3305 DR оснащен лазерным указателем, встроенным в зрительную трубу и спроецированным на центр сетки нитей. Эта особенность дает возможность делать съемку при плохой освещенности и удобна для работ внутри помещения.

Таблица 6.1. Список оборудования и программного обеспечения, используемого при выполнении работ

№ п/п	Вид приборов и оборудования	Необходимое количество
1	GPS навигатор	1
2	Тахеометр Trimble 3305 DR	1
3	Штатив	1
4	Вешка	1
5	Отражатель	1
6	Абрисные журналы	2
7	Программа Credo dat 4.1 lite	1
8	Программа AutoCAD	1

Основные особенности Trimble 3305 DR:

- имеет развитое программное обеспечение: для топографии, выноса в натуру, приложения для решения задач координатной геометрии;
- дальномер может работать, как в стандартном режиме при измерении на призму, так и в безотражательном режиме;
- при включении безотражательного режима (DR) работы, включается видимый лазерный указатель (это свойство особенно удобно, когда производятся измерения при плохой видимости), а также позволяет проводить измерения до недоступных объектов;
- имеет эффективные функции сбора данных, позволяя измерять и автоматически записывать измерение на точку с сохранением ее номера и кода;

- прибор имеет малый вес и небольшое энергопотребление (одной зарядки аккумулятора хватает более чем на 1000 измерений или 8 часов непрерывной работы).

Таблица 6. 2. Технические характеристики тахеометра Trimble 3305 DR [11]

Точность измерения углов	5”
Точность измерения расстояний	3 мм +2 мм/км (без отражателя), 2 мм + 2 мм/км по призме (100 м без отражателя, 800 м по рефлекторной марке, 3000 м по одной призме)
Память	До 1900 точек

Программа CREDO DAT 4.1 LITE

Программа Credo dat 4.1 lite (кредо дат) может использоваться для осуществления камеральной обработки наземных измерений при выполнении геодезических, топографических, межевых работ, производимых в плоской системе координат в одноранговых сетях (рис. 6.1).

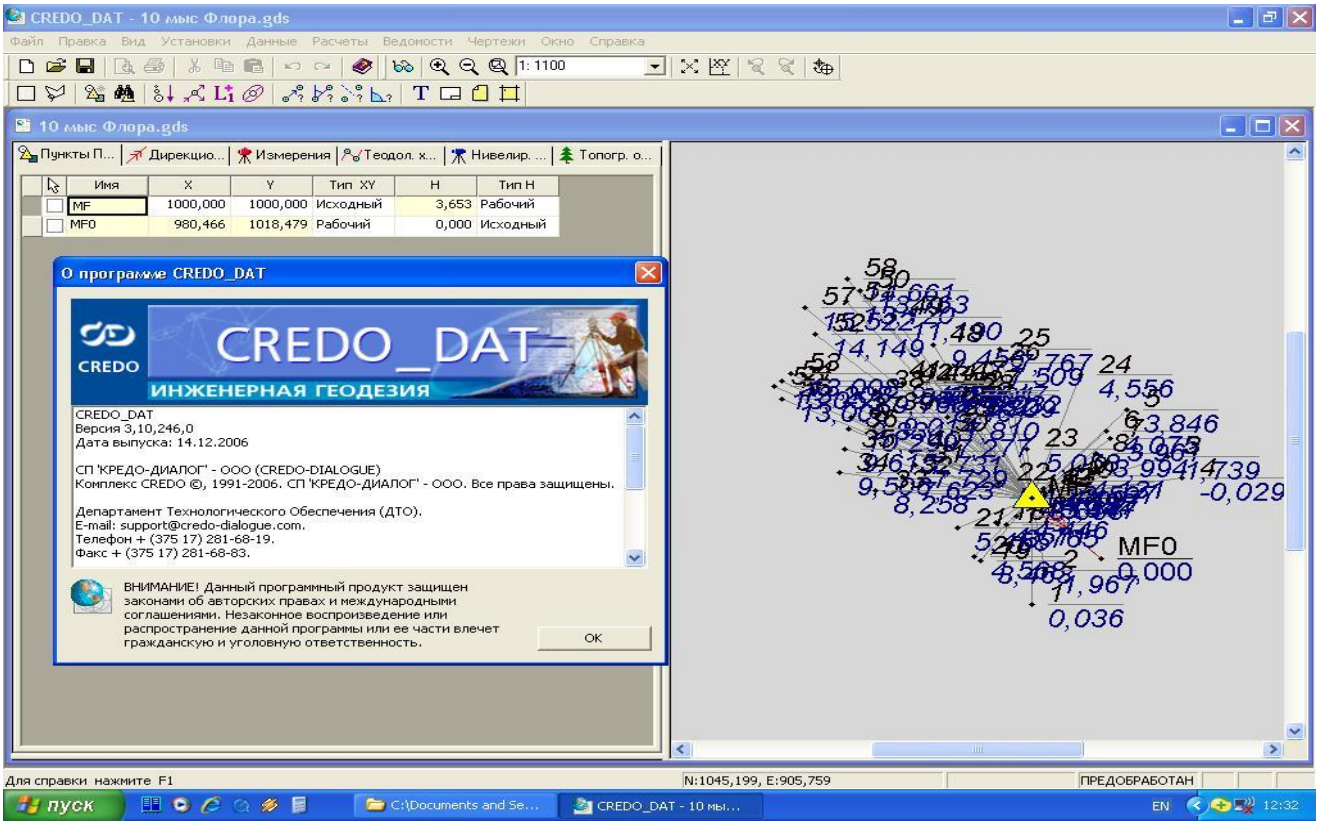

Рис. 6.1. Интерфейс программы Credo dat 4.1

Исходными данными служат файловые документы электронных тахеометров; рукописные журналы с данными измерений; данные о координатах и высотах исходных точек; растровые файлы с картографическими материалами; рабочие схемы сетей, расчеты.

Возможности Credo dat 4.1 lite позволяют [13]:

- импортировать данные с регистраторов и тахеометров формата Sokkia (SDR), Geodimeter (JOB, IN, ARE), Nikon (RDF,TXT), Leica (GSI, IDEX, GRE), Topcon (GTS6 и GTS7), Trimble (M5), KOLIDA (KTS 440 и 550), FOIF (670 и 680);
- импортировать прямоугольные координаты и данные измерений из текстовых файлов, настраиваемых пользователем в произвольных форматах;
- предварительно обрабатывать измерения с учетом различных поправок — атмосферных, влияния кривизны Земли, рефракции, а также переход к поверхности относимости;
- уравнивать одноранговые линейно-угловые плановые измерения и высотные геодезические сети (систем и ходов тригонометрического и геометрического нивелирования) разной формы, что выполняется параметрическим способом с использованием метода наименьших квадратов;
- решать геодезические задачи (группы ОГЗ — обратной геодезической задачи, разбивки, цепочки с учетом поправок, группы задач по обмеру и построению — расчет угла, проекция, створ-перпендикуляр), заполняет таблицы и выдает ведомости;
- обрабатывать тахеометрическую съемку и формирует точечные, линейные, площадные топографические объекты с атрибутами по данным полевой кодировки;
- в интерактивном режиме формировать точечные, линейные, площадные топографических объекты и их атрибуты, используя данные полевых абрисов;
- экспортировать результаты в распространенных форматах: DXF (AutoCAD), MIF или MID (MapInfo), CREDO (CDX или TOP/ABR), в текстовые форматы, настраиваемые пользователем;
- экспортировать данные через последовательный порт в электронные тахеометры;
- загружать файлы TMD и растровые подложки (BMP, TIFF, JPEG, PNG, GIF, TIF, JPG) с файлами привязки (TAB, BPW, TIE, TFW), созданные в программе CREDO ТРАНСФОРМ, MapInfo, Photomod и ArcView/ArcInfo.

Программа AutoCAD

AutoCAD — двух- и трёхмерная система автоматизированного проектирования и черчения, разработанная компанией Autodesk [14]. Первая версия системы была выпущена в 1982 году. AutoCAD и специализированные приложения на его основе нашли широкое применение в машиностроении, строительстве, архитектуре и других отраслях промышленности. Русскоязычная версия локализована полностью, включая интерфейс командной строки и всю документацию, кроме руководства по программированию (рис. 6.2).

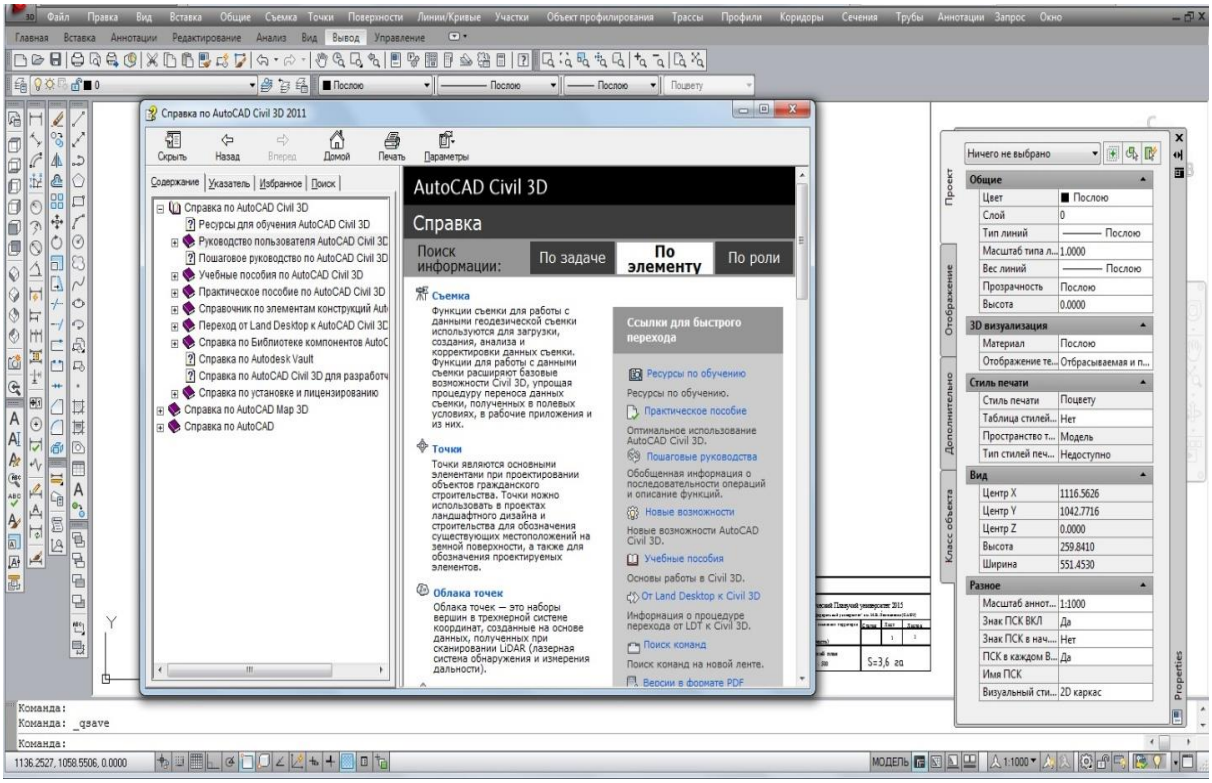

Рис. 6.2. Интерфейс программы AutoCAD

Ранние версии AutoCAD оперировали небольшим числом элементарных объектов, такими как круги, линии, дуги и текст, из которых составлялись более сложные. В этом качестве AutoCAD заслужил репутацию «электронного кульмана». Однако на современном этапе возможности AutoCAD весьма широки и намного превосходят возможности ранних версий.

Программа предоставляет весьма обширные возможности работы со слоями и аннотативными объектами (размерами, текстом, обозначениями). Использование механизма внешних ссылок (XRef) позволяет разбивать чертеж на составные файлы, за которые ответственны различные разработчики, а динамические блоки расширяют возможности автоматизации 2D-проектирования обычным пользователем без использования програм-

мирования. Начиная с версии 2010, в AutoCAD реализована поддержка двумерного параметрического черчения. В версии 2014 появилась возможность динамической связи чертежа с реальными картографическими данными (GeoLocation API).

6.4. Результаты исследования

Реализация поставленных цели и задач в рамках экспедиционных исследований «Арктического плавучего университета - 2015» потребовала последовательно выполнить ряд картографо-геодезических работ. Для комплексной оценки природных и техногенных условий территории проводились инженерно-геодезические изыскания – работы по получению топографо-геодезических материалов о ситуации и рельефе местности (в том числе дна водоемов), существующих зданиях и сооружениях, а также других элементах планировки (в цифровой, графической, фотографической и иных формах).

Рис. 6.3. Отражатель

Одним из основных видов работ являлась *тахеометрическая съемка местности*, позволяющая одновременно снимать ситуацию и рельеф. Съемка производилась с точек съемочного обоснования (станций), контуры снимались полярным способом, рельеф — тригонометрическим нивелированием. Во время съемки на характерные точки ситуации и рельефа (реечные точки) устанавливался отражатель (рис. 6.3), а сама съемка производилась только при одном положении горизонтального круга.

Рис. 6.4. Электронный тахеометр Trimble 3305 DR

Электронный тахеометр Trimble 3305 DR (рис. 6.4), использовавшийся при тахеометрической съемке местности, позволил значительно уменьшить объем полевых и камеральных работ, связанных с вычислениями и графическим построе-

нием планов. В полевых условиях определялись высоты (h), расстояния (d) и координаты точек (x, y, h), информация о которых записывалась на электронные носители и обрабатывалась в дальнейшем с помощью специального программного обеспечения.

Порядок работы на станции тахеометрической съемки

Производство работ осуществлялось в соответствии с Инструкцией по топографической съемке [6, 7] (табл. 6.3).

Таблица 6.3. Требования к производству и обеспечению точности топографических съемок масштаба 1:500

Наименование	Тахеометрическая съемка
Предельное расстояние, м, от прибора до четких контуров местности при измерении электронным тахеометром	250
Предельное расстояние, м, от прибора до нечетких контуров местности при измерении электронным тахеометром	375
Предельное расстояние между пикетами, м, при съемке с высотой сечения рельефа 0,5 м	15
Предельные длины съемочных ходов, м	200
Предельное число линий в съемочных ходах	2
Предельные длины сторон в съемочных ходах, м	100

Перед началом работы на станции прибор приводился в рабочее положение, т.е. центрировался и горизонтировался, устанавливалась труба по глазу, и ориентировался лимб горизонтального круга (ГК) на север (по компасу-буссоли) или на соседнюю станцию (при наличии использовались пункты государственной геодезической сети (ГГС)). Высота прибора измерялась рулеткой до центра вертикальной трубы с точностью до 0,5см. Географические координаты съемочной станции определялись GPS-навигатором. В качестве реечных точек выбирались изгибы контуров, их начало и конец, характерные точки рельефа — точки перегиба скатов, на отдельных объектах микроформы рельефа, памятники историко-культурного наследия, а также все объекты и сооружения, подлежащие нанесению на топографический план. Высотная привязка точек осуществлялась от уровня моря на момент начала производства работ [5]. Одновременно со съемкой велись абрисные журналы.

Определение географических координат

Высокий уровень точности определения местоположения объектов в последние десятилетия позволяет широко использовать навигационно-геодезические (универсальные) космические навигационные системы в комплексных исследованиях, в т.ч. по составлению тематических карт. Универсальность GPS-приемников дает возможность их использования, как в геодезических, так и в навигационных целях для определения абсолютного и относительного положения объекта. Как правило, комплект аппаратуры, используемый для геодезических целей, включает антенну, приемник, управляющее устройство (контроллер), аккумуляторы или батареи, блок питания, кабели, штативы, вешку для установки антенны, рулетку или специальное приспособление для измерения высоты антенны и прочее оснащение, а для обработки измерений обязателен персональный компьютер с программным обеспечением [1].

Однако, проведение съемки местности в экстремальных условиях Арктики, в т.ч. при ограничении времени, усложняет и часто вообще не позволяет использовать GPS-приемники на суше. Вместе с тем, географические координаты точек стояния в системе координат WGS-84 определялись с высокой степенью точности при использовании подвижного GPS-навигатора на ASUS TOOP Android 4.4.2 и приложения «Советские военные карты», что обеспечивалось наличием двух базовых GPS-приемников закрепленных на научно-исследовательском судне «Профессор Молчанов», на котором осуществлялась экспедиция «Арктического плавучего университета-2015».

Камеральная обработка результатов измерения

Камеральная обработка данных состояла из ряда последовательно выполняемых работ с использованием цифровых данных полевых работ и программного обеспечения (рис. 6.5):

- вычисление координат и отметок точек съемочного обоснования (вычисление координат (x, y) как в теодолитном ходе — система координат местная, отметок станций — как в высотном ходе — система высот относительная);
- построение плана — с использованием результатов тахеометрической съемки и абрисов на план наносятся реечные точки и рядом с их номерами подписываются отметки;
- построение рельефа в горизонталях методом графического или аналитического интерполирования;
- нанесение контуров местности с использованием абрисов.

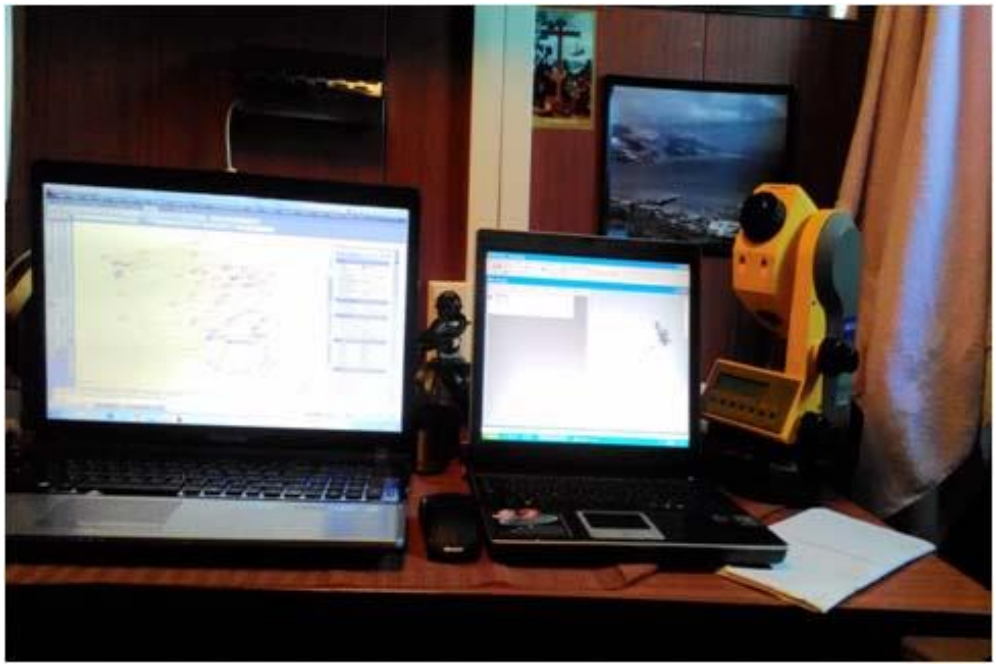

Рис. 6.5. Камеральная обработка данных

В ходе экспедиции «Арктический плавучий университет - 2015» было осуществлено 11 высадок на материковую часть арктического побережья Белого, Карского и Баренцево морей и острова Большой Соловецкий, Долгий, Матвеев, Северный архипелага Новая Земля, Гукера и Нортбрука архипелага Земля Франца Иосифа, Сосновец.

Общий объем выполненных полевых работ составил 26,26 га.

Остров Большой Соловецкий

02 июля 2015г. в ходе высадки на о. Большой Соловецкий проводились работы по созданию топографической основы для карты-схемы почвенного покрова и построения профиля местности для последующего анализа распределения, миграции и накопления химических элементов, в т.ч. антропогенного происхождения (для почвенного блока).

Работы велись в благоприятных погодных условиях в течение 3 часов с 13.20 ч до 16.20 ч. Территория, на которой производились полевые работы, представляла собой лесной участок с густым подлеском (в народе названным «Кривой лес») удаленный от моря на расстояние порядка 300 м (рис. 6.6, 6.7). Оба обстоятельства увеличили затраты времени как на высотную привязку, так и тахеометрическую съемку в целом всего объекта. Общая площадь отснятого участка составила 0,46 га. Географические координаты точек стояния (съемочных станций) определялись с использованием GPS-навигатора ASUS TOOP Android 4.4.2 приложение «Советские военные карты».

Рис. 6.6 . Полевые работы в «Кривом лесу»

Рис. 6.7. Положение береговой линии и НИС «Профессор Молчанов» относительно первой станции тахеометрической съемки участка «Кривой лес»

Камеральная обработка данных велась на НИС «Профессор Молчанов». По их результатам были составлены план участка местности в масштабе 1:500 с сечением рельефа 0,5 м и профиль по линии заложения почвенных ям и шурфов (прил. 1). На итоговом топографическом плане отмечались все реечные точки, однако, для удобства чтения карты, относительные высоты подписывались только отдельных из них, в характерных местах.

Остров Долгий

07 июля 2015 г. выполнялась съемка двух участков «Изба» и «Могильник» общей площадью 6,3 га (5,1 и 1,2 га соответственно). Работы велись

для составления карт объектов историко-культурного наследия (историко-культурный блок).

Условия производства работ на участке «Изба» были весьма разнообразными, с одной стороны благоприятными — хорошая видимость, плоский рельеф, с другой — переменчивая погода с моросящим дождем и значительная заболоченность на небольшом удалении от берега (рис. 6.8). Съемка участка выполнялась на протяжении 1,5 часов с 16.50ч до 18.20ч.

Рис. 6.8. Положение съемочной станции относительно объектов участка «Изба» (фото Е. Парфеновой)

Работы на участке «Могильник» производились при переменной облачности с 19.00 до 20.15, что неблагоприятно сказалось на видимости и соответственно на скорости наведения на призму отражателя. Ограничение же во времени определило минимизацию частоты постановки реечных точек, что сказалось на качестве съемки береговой линии. Вместе с тем именно степень и скорость разрушения берегов на описываемом участке могут стать объектом, как экологического мониторинга, так и мониторинга за состоянием пункта ГГС и других объектов историко-культурного наследия (рис. 6.9, 6.10).

Рис. 6.9. Состояние сигнала «Сибирское кладбище 1950 г.».

Рис. 6.10. Вид на съемочную станцию участка «Могильник»
со столика сигнала «Сибирское кладбище 1950г.»
(фото Е. Парфеновой)

Интересным объектом для исследования и последующего экологического мониторинга на участке «Могильник» о-ва Долгий может стать и «внутреннее озеро», которое для гнездящихся здесь птиц является своеобразным «бассейном» и «детским садом» (рис. 6.11). По результатам тахеометрической съемки было выявлено, что на момент проведения работ урез воды озера был ниже уровня моря на 14 см. Из-за недостаточности времени и отсутствия условий для проведения работ, рельеф дна озера отснят не полностью.

Рис. 6.11. Озеро участка «Могильник» о. Долгий

Камеральная обработка данных, как и предыдущего объекта, велась на НИС «Профессор Молчанов». По результатам были составлены планы участков местности в масштабе 1:500 с сечением рельефа 0,5 м (прил. 2, 3). На топографических планах не наносились границы контуров растительности, так как во время проведения полевых работ для их съемки не было достаточно времени.

Остров Матвеев

Работы по съемке участка местности «Маяк. Воинская часть» производились с 23.00 ч. 07 июля до 01.05 ч. 08 июля (третья высадка за сутки) для последующего составления карты объектов историко-культурного наследия (историко-культурный блок).

Съемка участка местности велась в более экстремальных условиях по сравнению с предыдущими объектами, т.к. работы осуществлялись в ночное время, что неблагоприятно сказывалось на скорости проведения работ из-за недостаточной видимости (рис. 6.12, 6.13). Неблагоприятно на производстве работ сказывалось и то, что высадки 07-08 июля осуществлялись после полутора дней 5- и 6-балльной качки, которая снизила физическое состояние съемщиков.

Рис. 6.12. Положение съемочной станции относительно берега и НИС «Профессор Молчанов»

Рис. 6.13. Общий вид участка «Маяк. Воинская часть»
со стороны «бани»

Порядок проведения тахеометрической съемки не изменялся, однако из-за недостаточности времени и значительного количества социально-культурных объектов, подлежащих нанесению на план местности, реечные точки ставились только в тех местах, которые позволили показать наиболее характерные формы рельефа. Береговая линия, уступы и степень разрушения берегов, таким образом, на полученном в результате камеральной обработки данных плане отображены не достаточно подробно и точно. Общая площадь выполненных работ составила 3,7 га (прил. 4).

Мыс Белый нос

08 июля 2015 г. в ходе высадки у Гидрометеорологической станции (МГ-2) проводились работы по созданию топографической основы для карты-схемы почвенного покрова и построения профиля местности для последующего анализа распределения, миграции и накопления химических элементов (почвенный блок) и составления карты растительных сообществ (ботанический блок).

Съемка участка местности, расположенного северо-западнее станции МГ-2 производилась с 9.40ч до 11.10ч в благоприятных погодных условиях. Однако, снижение работоспособности съемщиков из-за усталости,

накопившейся в результате ранее выполненных полевых работ (общая площадь съемки за предыдущие 3 высадки составила 10 га), а также значительная расчлененность рельефа повлияли на объем выполненных работ. В результате полевой съемки на четвертой за сутки высадке было отснято лишь 1,1 га, несмотря на хорошую видимость и открытость участка (рис. 6.14).

Рис. 6.14. Вид участка «Белый нос. МГ-2» от съемочной станции

Порядок проведения тахеометрической съемки в целом был сохранен, вместе с тем, последующее использование топографической основы для создания карты растительных сообществ определило выбор и постановку реечных точек — преимущество отдавалось контурам подурочищ и урочищ, их началу и концу.

Камеральная обработка данных велась на НИС «Профессор Молчанов». По ее результатам были составлены топографический план участка местности в масштабе 1:500 с сечением рельефа 0,5 м, профиль по линии заложения почвенных ям и шурфов (рис. 6.15) и карта-схема растительных сообществ, границы и названия которых были согласованы с ботаниками, производившими полевые работы по их описанию (прил. 5). На топографическом плане отмечались все реечные точки, однако, для удобства

чтения тематической карты, размер шрифта подписей относительных высот был увеличен и ряд нечитаемых подписей удален.

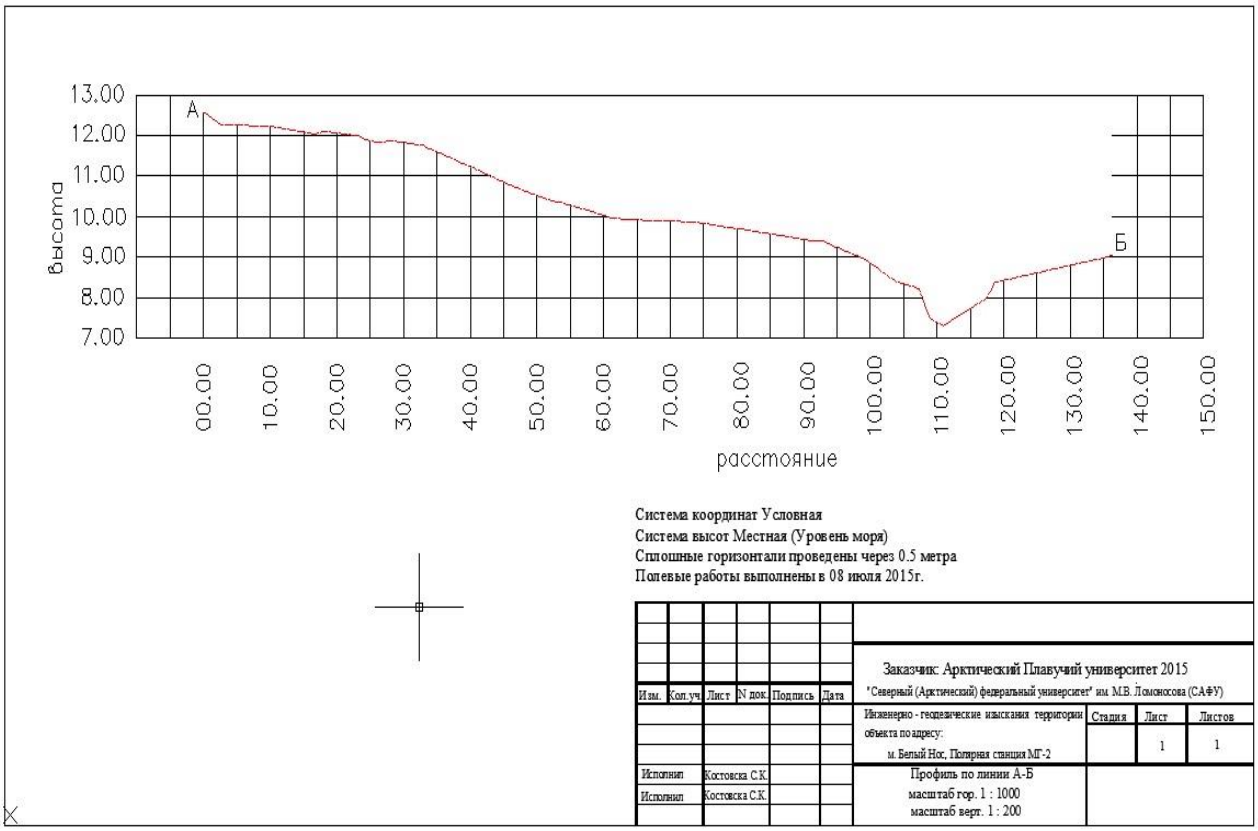

Рис. 6.15. Профиль по линии заложения почвенных ям и шурфов на участке «Белый нос. МГ-2»

Архипелаг Новая Земля. Остров Северный. Мыс Желания

11 июля 2015 г. осуществлялась съемка участка местности в районе недействующей полярной станции, северо-восточнее первого жилого дома станции. Работы выполнялись на протяжении 1,5 часов с 13.40ч до 15.10ч и велись для последующего составления карты объектов историко-культурного наследия (историко-культурный блок), что и обусловило выбор реечных точек. Преимущество отдавалось объектам и сооружениям в ущерб съемке рельефа местности из-за чего контуры мыса давались лишь по точкам перегиба скатов. На итоговой топографической карте, составленной в масштабе 1:500 с сечением рельефа 0,5 м (прил. 6) граница производства работ по съемке рельефа показана условным знаком обрыва, т.к. преимущественно заканчивалась на крутых склонах.

Съемка велась с одной станции, расположенной на маяке, что давало большой обзор (рис. 6.16, 6.17). Условия производства работ на участке

также были весьма благоприятными — хорошая видимость, в целом пологий рельеф, открытое пространство, в результате позволившие отснять 8,1 га.

Рис. 6.16. Вид на первый жилой дом метеостанции и НИС «Профессор Молчанов» со съемочной станции на маяке мыса Желания

Рис. 6.17. Вид на съемочную станцию на маяке (крайний слева) со стороны восточной оконечности мыса Желания

Архипелаг Новая Земля. Остров Северный. Залив Русская Гавань

12 июля 2015г. планировалось выполнить съемку двух участков в районе полярной станции и бывшей воинской части. Работы велись для составления карт объектов историко-культурного наследия (историко-культурный блок).

Погодные условия во время первой высадки на участке «Полярная станция» были достаточно благоприятными – пасмурно, но видимость хорошая. Однако из-за нахождения в опасной близости от места проведения работ самца белого медведя, съемка была экстренно прекращена. В результате работ, проведенных с 11.45ч до 12.05ч, было получено лишь положение береговой линии и старых причалов (рис. 6.18).

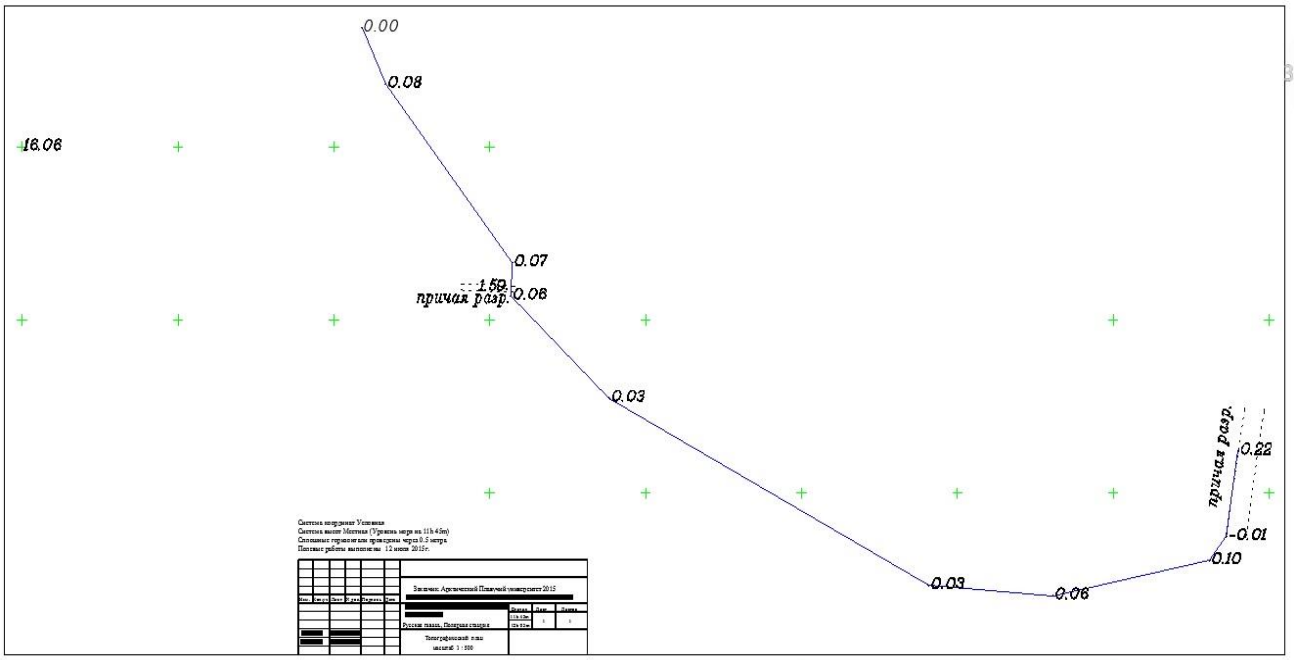

Рис. 6.18. Положение съемочной станции (высота 16,06) относительно береговой линии на топографическом плане участка «Русская Гавань. Полярная станция» м-ба 1:500

Условия производства работ на второй высадке на участке «Воинская часть» в целом были неблагоприятными: из-за опасности подхода к месту проведения работ белого медведя точка стояния была выбрана так, чтобы съемка велась только на открытом хорошо просматриваемом участке; переменчивая погода со сгустившимся туманом не позволили использовать для съемки местности достаточно времени. Вместе с тем, в ходе камеральной обработки данных полевых работ на объекте был отработан выбор наиболее оптимального сечения рельефа для его отображения на топографической карте в зависимости от сложности и перепада высот (прил. 7, 8, 9).

Для целей экологического мониторинга как «Полярная станция», так и «Воинская часть» могут представлять большой интерес. Расположение первого объекта в непосредственной близости от ледника Шокальского, позволяет продолжать наблюдения за его состоянием, которые ведутся здесь с 30-х годов XX века [12] (рис. 6.19).

Рис. 6.19. Вид на ледник Шокальского (справа) и береговую линию участка «Русская Гавань. Полярная станция» со съемочной станции (см. рис. 6.18)

На втором объекте могут проводиться исследования по изучению загрязнения территории и акватории промышленными отходами, которые оставлены здесь военными в большом количестве, а также отрабатываться методики по расчету объемов отходов, подлежащих утилизации (рис. 6.20).

Рис. 6.20. Загрязненность берега на участке «Русская Гавань. Воинская часть» (фото Е. Парфеновой)

Архипелаг Земля Франца Иосифа. Остров Гукера. Бухта Тихая

14 июля 2015г. осуществлялась съемка участка местности в районе действующей полярной станции. Работы выполнялись с 11.08ч до 12.20ч и велись для последующего составления топографической основы для карты-схемы почвенного покрова (почвенный блок) и отработки возможности съемки термокарстовых форм рельефа (впадин, провалов, воронок, промоин) в условиях ограниченности во времени, что и обусловило выбор реечных точек. Преимущество отдавалось формам и микроформам рельефа в ущерб съемке объектов и сооружений, что и определило в целом выбор участка для тахеометрической съемки. Съемка велась с одной станции, расположенной на высоком месте, что давало большой обзор (рис. 6.21).

Рис. 6.21. Общий вид участка «Бухта Тихая» от съемочной станции.

Погодные условия при производстве работ на участке были вполне благоприятными — хорошая видимость при сплошной облачности. Однако ограниченность во времени не позволила провести детальную съемку микроформ рельефа. Вместе с тем, общее количество набранных пикетов дало возможность в камеральных условиях провести обработку данных, составить топографические планы в масштабе 1:500 с сечением рельефа 0,5, 1,0 и 2,0 метра и сделать выводы о наиболее оптимальных способах отображения криогенного рельефа на склонах со значительными перепадами высот (рис. 6.22, прил. 10, 11).

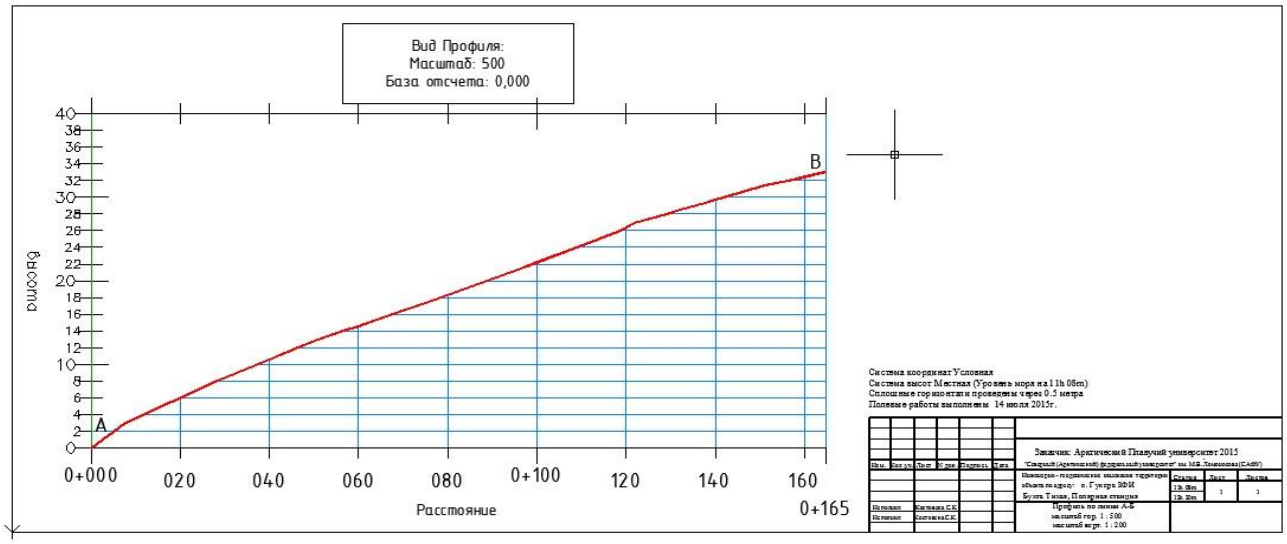

Рис. 6.22. Профиль по линии заложения почвенных шурфов на участке «Бухта Тихая».

Архипелаг Земля Франца Иосифа. Остров Нортбрука. Мыс Флора

В ходе второй высадки 14 июля 2015г. проводились работы по созданию топографической основы для составления карты растительных сообществ (геоботанический блок). Общее время съемки составило 1 час с 19.20ч до 20.20ч. Погодные условия были благоприятными, однако из-за опасности подхода белой медведицы с медвежонком, работы проводились в ускоренном режиме.

Рис. 6.23. Вид участка «Мыс Флора» со съемочной станции

Порядок проведения тахеометрической съемки в целом был сохранен, но в отличие от «Бухты Тихой» съемочная станция располагалась не на возвышенности, а на берегу, таким образом, съемка осуществлялась «снизу-вверх» (рис. 6.23-6.24). Последующее использование топографической основы для создания карты растительных сообществ определило выбор и постановку реечных точек – преимущество отдавалось контурам растительности и границам подурочищ, особенно пониженьям с водотоками и возвышенным водораздельным участкам.

Согласованная работа с ботаниками, производившими полевые работы в то же время, что и тахеометрическая съемка, позволили уточнить границы и названия растительных сообществ (прил. 12).

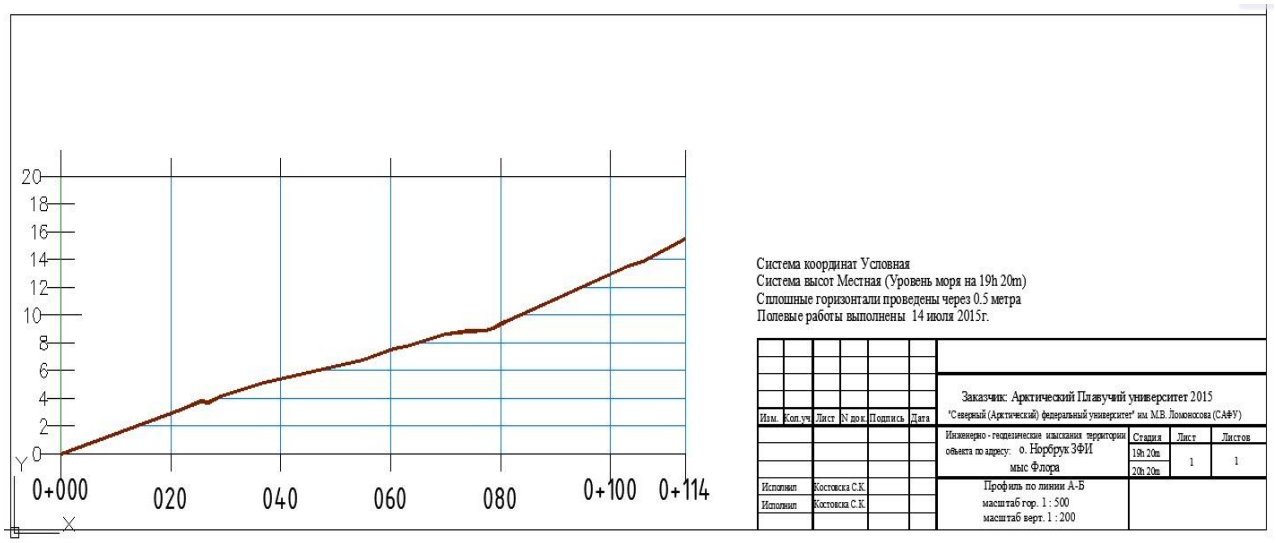

Рис. 6.24. Профиль по линии заложения почвенных шурфов на участке «Мыс Флора»

Остров Сосновец

Высадка в районе морской гидрометеорологической станции «Сосновец» была последней по маршруту экспедиции «Арктического плавучего университета-2015». Работы велись для историко-культурного блока по составлению плана расположения объектов метеостанции в ночное время с 01.00ч до 02.10ч. Общая площадь выполненных работ составила 1,1га.

Условия производства работ были недостаточно благоприятными — ночное время с недостаточной видимостью. Кроме того остров представляет собой плитчатую тундру, с весьма разнообразными микроформами рельефа и растительными сообществами (рис. 6.25). Именно эти условия и ограниченность во времени не позволили выполнить детальную тахеометрическую съемку местности. Уже на этапе рекогносцировочных обследований было принято решение снимать только объекты и сооружения, полностью игнорируя рельеф и растительность. Кроме того, из-за недостаточности времени на производство работ, на данном объекте часть наиболее близко расположенных к съемочной станции строений снималась безотражательным способом.

Результатом камеральной обработки данных, которая выполнялась на НИС «Профессор Молчанов» был составлен ситуационный план взаимного расположения объектов метеостанции (прил. 13).

Рис. 6.25. Вид на здание гидрометеостанции «Сосновец»

Заключение

Картографо-геодезические работы, проведенные в ходе экспедиции на научно-исследовательском судне «Профессор Молчанов» по программе «Арктический плавучий университет - 2015», позволили получить следующие результаты:

1. Осуществлено 11 высадок, на каждой из которых выполнена съемка участков местности, для биологического, почвенного и историко-географического блоков. Общее время на выполнение непосредственно тахеометрической съемки, без затраты на путь от НИС «Профессор Молчанов» до объекта и обратно, а также подготовительные работы составило 15 часов 10 минут. Общая площадь отснятой территории составила 26,26 га.

2. На каждом объекте с использованием подвижного GPS-навигатора на ASUS TOOP Adroid 4.4.2 и приложения «Советские военные карты» определены географические координаты съемочных станций и произведена их плановая и высотная привязка. Переход к геодезическим координатам (местной системе координат) не осуществлялся.

3. Выполнена тахеометрическая съемка участков местности в масштабе 1:500 с сечением рельефа 0,5 м электронным тахеометром Trimble 3305 DR. Выбор данного масштаба обусловлен объемами работ и условиями их производства: все объекты, кроме Мыса Желания о-ва Северный архипе-

лага Новая Земля и острова Долгий имели небольшие размеры (площади большинства менее 2 га); объекты и сооружения, подлежащие картированию, преимущественно представляли собой памятники историко-культурного наследия и имели небольшие размеры; на большинстве объектов рельеф был сглаженный с отдельными микроформами, требующими отражения на картах и профилях.

4. Установлено, что камеральная обработка данных и создание топографических планов местности в условной системе координат соответствующих масштабов и шкал сечений рельефа, а также построение профилей в местной системе высот возможны с использованием программного обеспечения Credo и AutoCad civil 3D. Данные виды работ могут быть выполнены в короткий срок при использовании времени перехода между высадками.

5. На составленных в экспедиционных условиях топографических основах с использованием результатов исследований биологического, почвенного и историко-географического блоков возможно создание серии крупномасштабных тематических карт, в том числе памятников историко-культурного наследия и растительных сообществ.

Оценка качества всей работы в целом и по отдельным видам работ подтвердила правильность выбранного метода съемки. Показала, что полнота и точность изображения ситуации, правильность изображения рельефа зависят от ряда факторов, таких как время, погодные условия, условия рельефа, количество объектов и сооружений подлежащих съемке, физическое состояние съемщиков. По камеральным работам установлено, что точное соблюдение принятых условных знаков топографических планов для тематических карт невозможно. Полнота и качество изготовления копий с планов зависят от технических возможностей оборудования имеющегося на НИС «Профессор Молчанов».

Основная цель проводимых картографо-геодезических исследований в рамках экспедиции «Арктический плавучий университет - 2015» достигнута. Выявлено и подтверждено, что в экстремальных условиях Российской Арктики (в т.ч. при ограничении времени) в условиях плавания по маршруту Северного Плавучего Университета для формирования информационной базы картографического обеспечения прикладных исследований возможно применение цифровых технологий, в т.ч. использование современного геодезического оборудования (электронного тахеометра), а также обработка данных при помощи программных комплексов. Данный подход обеспечивает высокое качество картографо-геодезических работ и ускоряет процесс составления топографических основ для последующего создания крупномасштабных тематических карт, в т.ч. для районов подлежащих экологическому мониторингу.

Вместе с тем, требуется дальнейшая отработка методических подходов к созданию комплексных крупномасштабных тематических карт на составленных по результатам полевых работ топографических основах с использованием материалов исследований биологического, почвенного и историко-географического и др. блоков.

Список литературы

1. Курошев Г.Д. Геодезия и топография / Г.Д. Курошев, Л.Е. Смирнов. – М.: Издательский центр «Академия», 2009. – 176 с.
2. СНиП 11-02-96 «Инженерные изыскания для строительства». – М.: ПНИИС Госстроя России, 1996.
3. СП 11-104-97, части I, II. «Инженерно-геодезические изыскания для строительства». - М.: ПНИИС Госстроя России, 1997 г.
4. СП 47.13330.2012 (Актуализированная редакция) СНиП 11-02-96 «Инженерные изыскания для строительства». – М.: Минрегион России, 2012.
5. ГКИНП (ГНТА)-03-010-03 Инструкция по нивелированию I, II, III и IV классов. – М.: ЦНИИГАиК, 2004 г.
6. ГКИНП (ОНТА)-02-262-02 Инструкция по развитию съемочного обоснования и съемке ситуации и рельефа с применением глобальных навигационных спутниковых систем ГЛОНАС и GPS. М., ЦНИИГАиК, 2002, 124 с.
7. ГКИНП 02-033-82 Инструкция по топографической съемке в масштабах 1:5000, 1:2000, 1:1000, 1:500. – М.: «Недра», 1973 г.
8. ГКИНП 02-049-86 Условные знаки для топографических планов масштабов 1:5000–1:500. ФГУП «Картгеоцентр», М., 2005, 286 с.
9. ГКИНП 17-004-99 Инструкция о порядке контроля и приемки геодезических, топографических и картографических работ. М., 1999, 116 с.
10. Правила по технике безопасности на топографо-геодезических работах (ПТБ-88). М.: Недра, 1991.
11. http://pasl.spb.ru/catalog/tahometers/14.aspx
12. http://www.znanie-sila.su/?issue=projects/issue_131.html&r=1
13. http://www.eft-soft.ru
14. http://www.autodesk.ru