

УДК 528.482.5

ИЗ ОПЫТА ГЕОДЕЗИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ОПОЛЗНЕВЫХ ПРОЦЕССОВ НА УЧАСТКЕ ТРАССЫ НЕФТЕПРОВОДА «САХАЛИН-2»

Максимова М.В. – доцент кафедры прикладной геодезии, Московский государственный университет геодезии и картографии, maksimova@miigaik.ru

Аннотация: в статье рассмотрены методика и результаты геодезических наблюдений за оползневыми процессами на трассе действующего нефтепровода по проекту «Сахалин-2». Выполнены анализ и сравнение полученных данных. Даны рекомендации по дальнейшим наблюдениям.

Ключевые слова: нефтепровод; оползневые процессы; геодезический мониторинг.

Введение. Геодезический мониторинг является важной составляющей процесса инженерных изысканий. Определение и анализ смещений позволяет выявить причины возникновения и степень опасности деформаций для нормальной эксплуатации объекта, вовремя принять меры, необходимые для устранения опасности, уточнить расчетные данные по физико-механическим свойствам грунтов и предельным деформациям. Деформации имеют сложный механизм возникновения и протекания, поэтому подлежат тщательному изучению и анализу [1...6].

Геодезические наблюдения за склоновыми процессами при инженерно-геодезических изысканиях проводятся для установления границ участков развития этих процессов, оценки и прогноза их количественных характеристик (величин и скоростей развития деформаций склонов), разработки противооползневых, противослифлюкционных, противообвальных и других мероприятий и оценки их эффективности при эксплуатации зданий и сооружений.

Наблюдения за подвижками склона включают в себя определение с заданной периодичностью вертикальных и горизонтальных смещений точек на поверхности и в глубине склона, а также изменений раскрытия трещин, выявленных при оползневой съемке, и наклона отдельных участков [7, 8].

Оползень – это физико-геологическое явление, представляющее собой движение земляных масс вниз по склону под влиянием силы тяжести. Оползневые процессы проявляются в самых разных формах – от мало-

метных пластических перемещений до катастрофических обвалов. Оползни возникают главным образом на склонах под воздействием грунтовых и поверхностных вод, которые изменяют силы сцепления в грунтах и выводят их из равновесия. Часто их появление связано с выходом на поверхность водоносных горизонтов, смачивающих склоны и вызывающих скольжение элювиально-делювиальных масс по коренным породам [9]. При сходе оползня на склоне часто образуется полукруглая выемка, называемая оползневым цирком.

Оползни, как и любые другие виды деформаций склонов, подлежат наблюдению для оценки и прогноза их воздействий на близлежащие объекты. Эти наблюдения выполняют различными геодезическими методами. В зависимости от вида, активности, направления и скорости перемещения оползня эти методы подразделяют на четыре группы:

- осевые (одномерные), когда смещения фиксированных на оползне точек определяют по отношению к заданной линии или оси;
- плановые (двумерные), когда смещения оползневых точек наблюдают по двум координатам в горизонтальной плоскости;
- высотные, применяемые для определения только вертикальных смещений;
- пространственные (трехмерные), когда находят полные смещения точек в пространстве по трем координатам.

Для определения пространственного смещения оползневых точек применяют фототопографическую съемку, лазерное сканирование и спутниковые приемники.

На участках с ограниченной для спутников видимостью, для которых невозможно

использовать оборудование GPS/ГЛОНАСС, применяется съемка с помощью электронных тахеометров.

Смещения оползневых точек вычисляют по отношению к опорным знакам, расположенным вне оползневого участка. Число знаков, в том числе «оползневых», определяется из соображений обеспечения качественной схемы измерений и выявления всех характеристик происходящего процесса и размеров участка.

Наблюдения за оползнями проводятся не реже одного раза в год. Их периодичность корректируется в зависимости от колебаний скорости движения оползня [10].

Мониторинг оползневых участков, которые могут повлиять на целостность системы проходящих через них трубопроводов, является необходимым.

Для проектов, заказчиками которых являются крупнейшие отечественные (ГАЗПРОМ) или зарубежные (Royal Dutch Shell и др.) компании, очень важен вопрос затрат времени на инженерно-геодезические изыскания, поскольку они нередко выполняются в комплексе с инженерно-геологическими и строительными работами, выполнение которых значительно дороже и не может задерживаться. К тому же в ходе работ геологам или строителям могут потребоваться дополнительные геодезические данные.

В настоящей статье будут рассмотрены и проанализированы результаты геодезических наблюдений за оползневыми процессами на трассе нефтепровода.

Участок работ. Методика наблюдений. Наблюдения за оползнем проводились на участке действующего нефтепровода по проекту «Сахалин-2» вблизи города Макаров, расположенного в южной части Средне-

Сахалинской горной области на ее восточном побережье.

Главными особенностями территории острова Сахалин являются высокая сейсмическая активность, муссонный климат, высокая влажность, большое количество осадков, переувлажненные почвы.

Наименьшая глубина промерзания грунтов – 40 см, наибольшая – 125 см (Поронайск), средняя – 82 см (при этом для района расположения гидрометеорологической станции «Макаров» нормативная глубина промерзания глинистых и суглинистых грунтов – 167 см, супесчаных и песчаных – 211 см, скальных и крупнообломочных – 256 см).

В 2009 году после завершения строительства нефтепровода по проекту «Сахалин-2» около города Макаров были предприняты меры по укреплению оползневого склона – сушение его щебнем и другими интрузивными породами (рис. 1, 2). Эти работы принесли ощутимые результаты – наиболее активная часть оползня была стабилизирована.

Однако в 2017 году из-за очень снежной зимы и резко наступившей теплой весны произошла активизация оползневого склона (рис. 3...5).

Справа от полосы отвода смещение грунтов заметно по изогнутым и поваленным стволам влаголюбивых деревьев – ивы и ольхи. По самому телу оползня и на водораздельных участках близ долины ручья Смуглянка отмечаются многочисленные трещины и бровки отрыва (характер смещений грунтов в долине этого ручья зависит от погодных условий: в периоды снеготаяния и дождей развитие оползневых процессов резко активизируется).



Рис. 1. Оползневый участок ОГП № 746 (обведен красной линией) на отрезке 378,2–378,3 км трассы нефтепровода (показана зеленой линией) по проекту «Сахалин-2» до начала строительства



Рис. 2. Верхняя часть оползня после террасирования и создания дренажных поясов



Рис. 3. Трещина отрыва, появившаяся весной 2017 г. в насыпных грунтах на оползневом участке



Рис. 4. Развитие активного эрозионного вреза на укрепленном склоне восточной экспозиции.
Грунт сползает по долине ручья к реке Линек



Рис. 5. Язык активного оползня 55, перегородивший ручей Смуглянка

Долины ручьев, пересекающих рассматриваемый оползень, до этого участка являются трапециевидными, на нем – обычно узкими в плане, четковидными (расширенные участки чередуются с узки-

ми). Водотоки – нередко прерывистые. Продольные профили ручьев – неровные, со ступеньками высотой до 1,0 м. На направленное движение оползневых отложений указывают наклоненные стволы деревьев (рис. 6).



Рис. 6. «Пьяный» лес на языке оползня у ручья Смуглянка

Почти по всему телу оползня почва и подстилающие ее грунты сильно переувлажнены. Вода стоит почти на поверхности вблизи поверхностей оседания, подпружных озер, на языке оползня (за счет наличия верховодки). В пределах оползня вполне возможно наличие нескольких поверхностей скольжения на различных глубинах (это подтверждают данные геофизических работ).

По результатам мониторинга, скорость движения оползня различна в разных частях.

Опорная геодезическая сеть была выполнена в виде пятиугольника, в котором были определены все стороны и диагонали. В качестве геодезической основы были ис-

пользованы два существующих грунтовых репера строительной сети, которые были заложены в рамках проекта «Сахалин-2» в 1998 году (рис. 7).

Центры опорной геодезической сети (металлические трубы диаметром 60 мм и длиной 2,3 м) были заложены методом шурфования на глубину 2,3 м вне зоны действия опасных геологических процессов.

Углубление под якорь размером 0,5×0,5×0,2 м в каждом случае выполнялось с сохранением естественной плотности грунта, труба репера устанавливалась вертикально в шурф, углубление под якорь заливалось бетоном, шурф засыпался грунтом с послойной трамбовкой.

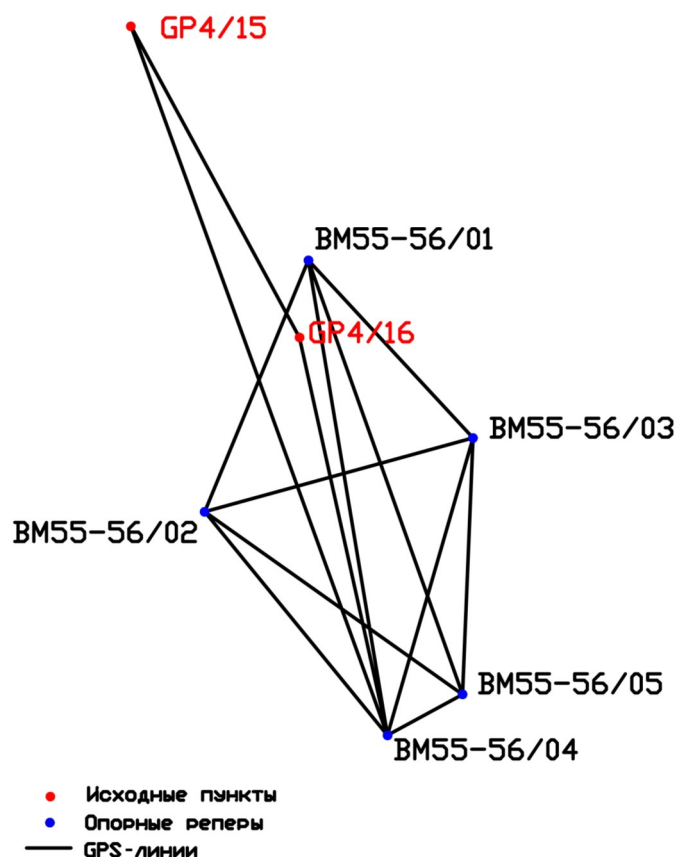


Рис. 7. Схема опорной геодезической сети

Для жесткой связи с бетонным якорем нижняя часть реперной трубы была снабжена поперечным металлическим штырем.

Для исключения влияния ошибок исходных данных координаты с двух исходных пунктов строительной геодезической сети были переданы на один из пунктов опорной сети. Затем опорная сеть была уравнена как самостоятельная, с одним исходным пунктом.

Все измерения выполнялись с использованием спутниковых приемников марки «TrimbleR8».

Комплекс работ по созданию опорной геодезической сети подразделялся на четыре этапа:

- планирование спутниковых наблюдений;
- непосредственные наблюдения на определяемых пунктах;
- математическая обработка результатов спутниковых наблюдений;
- вычисление прямоугольных координат пунктов.

Число наблюдаемых спутников выбиралось не менее четырех. При этом геометрия их расположения соответствовала тому тре-

бованию, чтобы геометрический фактор понижения точности (PDOP) был в пределах нормы. Планирование спутниковых наблюдений выполнялось с помощью модуля Quick Plan лицензионного программного пакета Trimble Business Center, разработанного компанией Trimble Navigation (США). При съемке использовались установки приемников с интервалом записи измерений 15 с и ограничением по возвышению спутников 15° . Данные наблюдений, записанные во внутреннюю память приемников, переносились в компьютер для последующей обработки.

Ежедневная постобработка результатов наблюдений давала возможность оперативно оценивать качество измеренных базисных линий и принимать решения о проведении повторных наблюдений.

Для определения смещений в тело оползня было заложено 12 деформационных знаков. Их координаты и высотные отметки были получены в местной системе координат проекта «Сахалин-2» с помощью дифференциального метода с использованием двухчастотных ГНСС-приемников в режиме RTK.

На участках с ограниченной видимостью спутников, на которых невозможно было использовать ГНСС-оборудование, применялся метод тахеометрической съемки полярным способом с использованием электронного тахеометра Nikon DTM-352. В качестве исходных использовались четыре пункта опорной геодезической сети. С них были переданы координаты на три деформационных знака (рис. 8). Как и в случае с опорной сетью, эти знаки в дальнейшем были использованы как исходные для уменьшения влияния ошибок исходных данных (рис. 9).

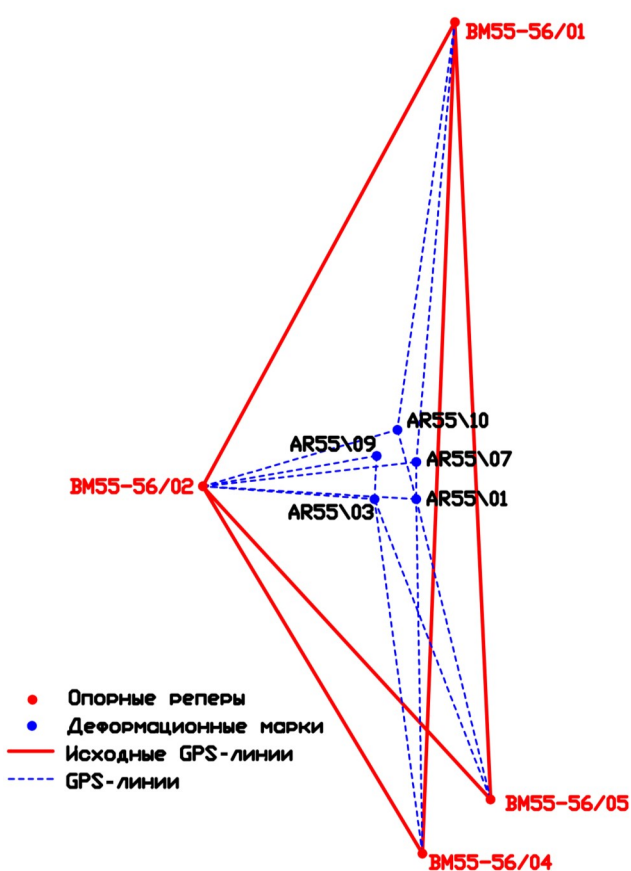


Рис. 8. Схема определения координат исходных деформационных знаков

Превышения измерялись для всех пунктов деформационной сети одновременно с измерением горизонтальных углов тем же прибором в прямом и обратном направлении. Измерения производились двумя приемами при двух положениях вертикального круга.

Высоты визирных целей (оси отражателя) и горизонтальной оси прибора над центром знака измерялись с точностью 1 мм.

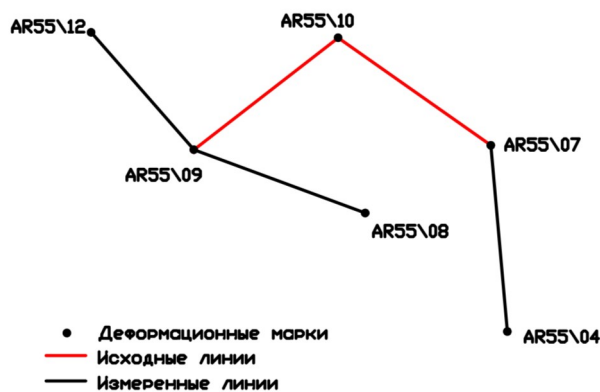


Рис. 9. Схема определения координат деформационных знаков

В соответствии с техническим заданием координаты деформационных знаков были определены с точностью до 0,01 м как в плане, так и по высоте.

Камеральная обработка полученных данных выполнялась параллельно с производством полевых работ в следующем порядке.

Первичные данные от спутниковых приемников экспортировались с приборов на компьютер и обрабатывались с помощью программных комплексов Trimble Business Center и Excel, позволяющих просматривать и редактировать сеансы наблюдений и векторы, просматривать данные в хронологическом порядке, оценивать согласованность сеансов и входящих в них сессий наблюдений, создавать стили обработки и использовать их в качестве шаблонов для вычислений в других проектах. В результате обработки были получены плоские прямоугольные координаты пунктов и высотные координаты.

Полученные результаты. Результаты камеральной обработки были проанализированы и сопоставлены с данными предыдущего цикла наблюдений (табл. 1), на основе чего были выявлены максимальные и минимальные смещения (табл. 2). Максимальные по модулю смещения за последний год составили 745 мм в плане и минус 290 мм по высоте. Для шести знаков было выявлено критическое смещение, для двух – в пределах допустимых значений.

Координаты последнего цикла наблюдений были также сопоставлены с координатами нулевого цикла, представленными в техническом задании (табл. 3).

Таблица 1

**Сопоставление координат (X, Y) и высотных отметок (H),
полученных в результате циклов наблюдений 6 и 7**

Марка/ скважина	Координаты X, Y и высота H, м, в цикле наблюдений №						Смещение*, мм			
	6			7			ΔX	ΔY	Fabs**	ΔH
	X	Y	H	X	Y	H				
AR55/01	5373115.410	619632.943	156.894	5373115.355	619632.603	156.700	-55	-340	344	-194
AR55/02	утрачена									
AR55/03	5373112.489	619602.031	150.624	5373112.505	619601.988	150.617	16	-43	46	-7
AR55/04	5373140.083	619633.277	158.059	5373140.228	619632.546	157.769	145	-731	745	-290
AR55/05	утрачена									
AR55/06	утрачена									
AR55/07	5373155.371	619647.847	157.267	5373155.407	619647.834	157.242	36	-13	38	-25
AR55/08	5373159.364	619626.034	152.654	5373159.250	619625.615	152.398	-114	-419	434	-256
AR55/09	5373163.819	619601.657	147.666	5373163.840	619601.188	147.532	21	-469	469	-134
AR55/10	5373189.497	619623.705	152.045	5373189.377	619623.172	151.961	-120	-533	546	-84
AR55/11	утрачена									
AR55/12	5373188.707	619585.395	143.750	5373188.861	619584.865	143.676	154	-530	552	-74
SKV55-1-I	5373182.717	619627.937	152.955	5373182.615	619627.361	152.846	-102	-576	585	-109
SKV55-2-P	5373165.613	619640.421	156.190	5373165.671	619639.975	156.071	58	-446	450	-119
SKV55-3-P	5373175.524	619594.230	144.572	5373175.584	619593.786	144.559	60	-444	448	-13

* Смещение: красный цвет – критическое; желтый – умеренное, свидетельствующее о затухании или возрастании оползания; зеленый – в пределах допустимого; ** Fabs – абсолютное смещение.

Таблица 2

**Сопоставление координат (X, Y) и высотных отметок (H),
полученных в результате циклов наблюдений 0 и 7**

Марка/скважина	Подвижка		Смещение*, мм
AR55/04	горизонтальная	максимальная	745
AR55/07		минимальная	38
AR55/04	вертикальная	максимальная	-290
AR55/03		минимальная	-7

* Смещение: красный цвет – критическое; желтый – умеренное, свидетельствующее о затухании или возрастании оползания; зеленый – в пределах допустимого.

Таблица 3

Сравнение координат и высот замеров 0 и 7

Марка/ скважина	Координаты X, Y и высота H, м, в цикле наблюдений №						Смещение*, мм			
	0			7			ΔX	ΔY	Fabs**	ΔH
	X	Y	H	X	Y	H				
AR55/01	5373114.821	619651.291	163.430	5373115.355	619632.603	156.700	534	-18688	18696	-6730
AR55/02	5373113.586	619624.043	153.751	утрачена						
AR55/03	5373112.497	619602.036	150.588	5373112.505	619601.988	150.617	8	-48	49	29
AR55/04	5373139.555	619650.752	160.794	5373140.228	619632.546	157.769	673	-18206	18218	-3025
AR55/05	5373139.102	619626.503	151.278	утрачена						
AR55/06	5373145.697	619599.869	145.467	утрачена						
AR55/07	5373155.637	619647.323	157.694	5373155.407	619647.834	157.242	-230	511	560	-452
AR55/08	5373159.819	619628.276	153.748	5373159.250	619625.615	152.398	-569	-2661	2721	-1350
AR55/09	5373163.822	619603.895	148.106	5373163.840	619601.188	147.532	18	-2707	2707	-574
AR55/10	5373190.119	619626.524	152.247	5373189.377	619623.172	151.961	-742	-3352	3433	-286
AR55/11	5373191.025	619602.768	145.380	утрачена						
AR55/12	5373188.020	619587.957	143.741	5373188.861	619584.865	143.676	841	-3092	3204	-65

* Смещение: красный цвет – критическое; желтый – умеренное, свидетельствующее о затухании или возрастании оползания; зеленый – в пределах допустимого; ** Fabs – абсолютное смещение.

В результате анализа было выявлено, что максимальные по модулю смещения за весь период наблюдений составили 18 696 мм в плане и минус 6 730 мм по

высоте. На семи знаках деформационной сети подвижки оказались критичными, на одном – в пределах допустимых значений (табл. 4).

Таблица 4

Результаты анализа результатов измерений в циклах 0 и 7

Марка/скважина	Подвижка		Смещение*, мм
AR55/01	горизонтальная	максимальная	18 696
AR55/03		минимальная	49
AR55/01	вертикальная	максимальная	- 6 730
AR55/03		минимальная	- 29

* Смещение: красный цвет – критическое; желтый – умеренное, свидетельствующее о затухании или возрастании оползания.

На основе полученных данных и результатов из анализа были получены планы смещений между циклами 6 и 7 (рис. 10), 0 и 7 (рис. 11).

Заключение. Была рассмотрена система мониторинга оползневого склона вблизи действующего нефтепровода «Сахалин-2».

Использованные методика и объем наблюдений обеспечили получение достоверной и достаточно полной информации для подготовки обоснованного заключения о текущем состоянии оползня, характере и направлении его движения, а также для прогноза его состояния на ближайший период.

Были обнаружены опасные изменения в состоянии оползня. Эти данные были использованы для разработки мероприятий по устранению опасности для нефтепровода. На будущее рекомендуется повторять такие наблюдения на данном участке каждый год.

В заключение хотелось бы отметить следующие преимущества использования ГНСС-аппаратуры при наблюдениях за деформациями склонов по сравнению с традиционными геодезическими методами:

отсутствует необходимость прямой видимости между точками;

достигается более высокая точность определения координат деформационных знаков;

результаты наблюдений получаются в единой системе координат;

обеспечивается комплексное получение координат (плано-высотное);

повышается степень автоматизации полевых и камеральных работ;

увеличивается безопасность выполнения наблюдений;

увеличивается скорость и уменьшается стоимость работ.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Maiya V. Maximova. Spatial Objects Monitoring // European Researcher. 2012. Т.36. № 12-1. С. 2114-2117.

2. Максимова М.В. Координатное обеспечение геодезического мониторинга // Наука о Земле. 2013. №1. С. 49-54.

3. Хмырова Е.Н., Максимова М.В., Жунусова Г.Е., Бесимбаева О.Г. Мониторинг технического состояния уникальных сооружений в г. Астана с использованием современных геодезических приборов // Геодезия и аэрофотосъемка. 2013. №3. С. 16-19.

4. Хмырова Е.Н., Максимова М.В., Жунусова Г.Е., Бесимбаева О.Г. Геодезический контроль за сооружением «Астана – Байтерек» // Геодезия и аэрофотосъемка. 2013. №5. С. 52-55.

5. Максимова М.В., Токарева А.А. Мониторинг высотных зданий с применением современных технологий // Сборник статей по итогам научно-технических конференций // Приложение к журналу Известия вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. 2014. №6. Вып. 7. С. 119-124.

6. Куприянов А.О., Максимова М.В. Мониторинг технического состояния высотных зданий с применением современных методов // Славянский форум. Сборник статей по итогам VII Международной научно-практической конференции «Математические методы и модели анализа и прогнозирования развития социально-экономических процессов черноморского побережья Болгарии». 2015. С.153-167.

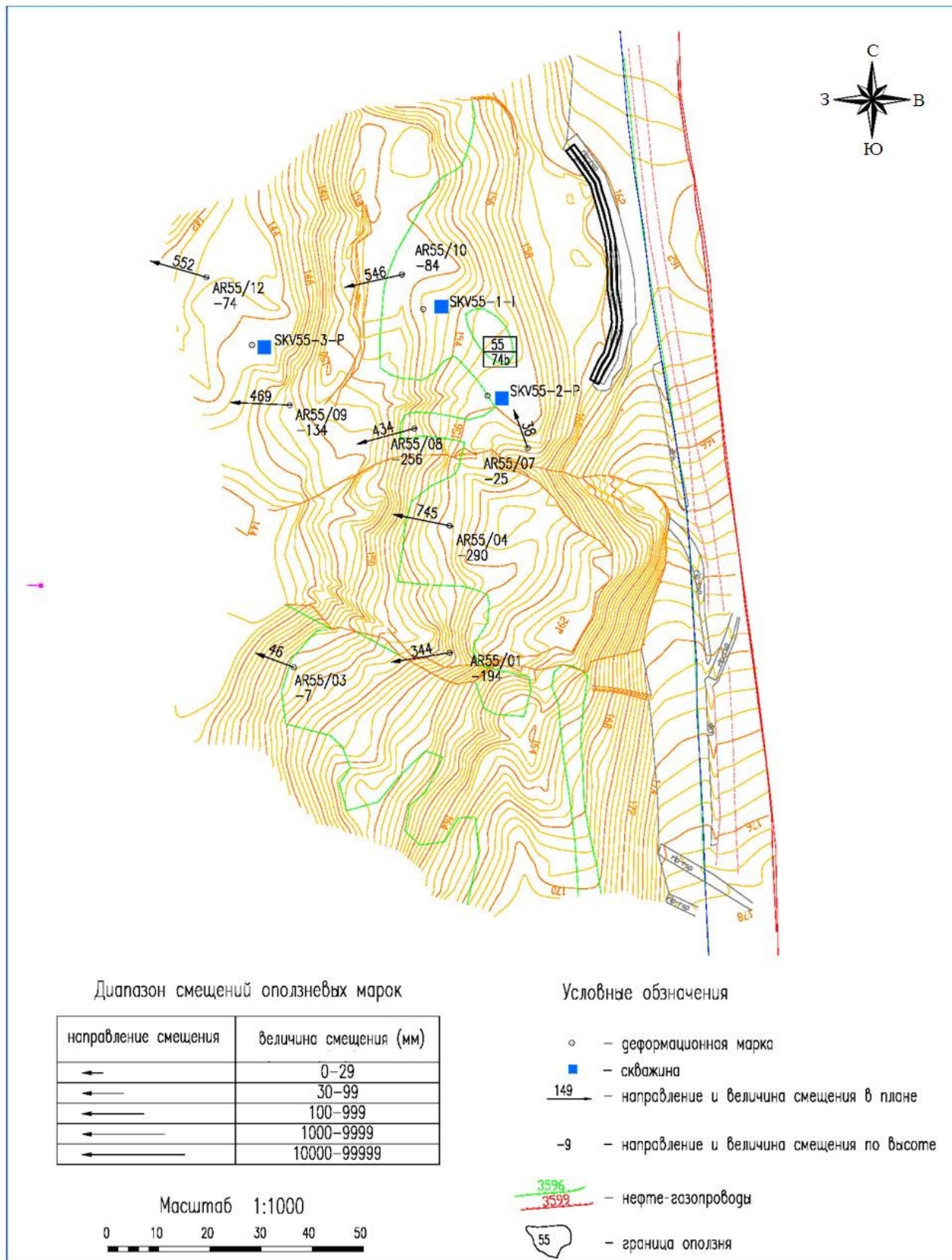


Рис. 10. План смещений оползневоего тела за циклы между циклами наблюдений 6 и 7

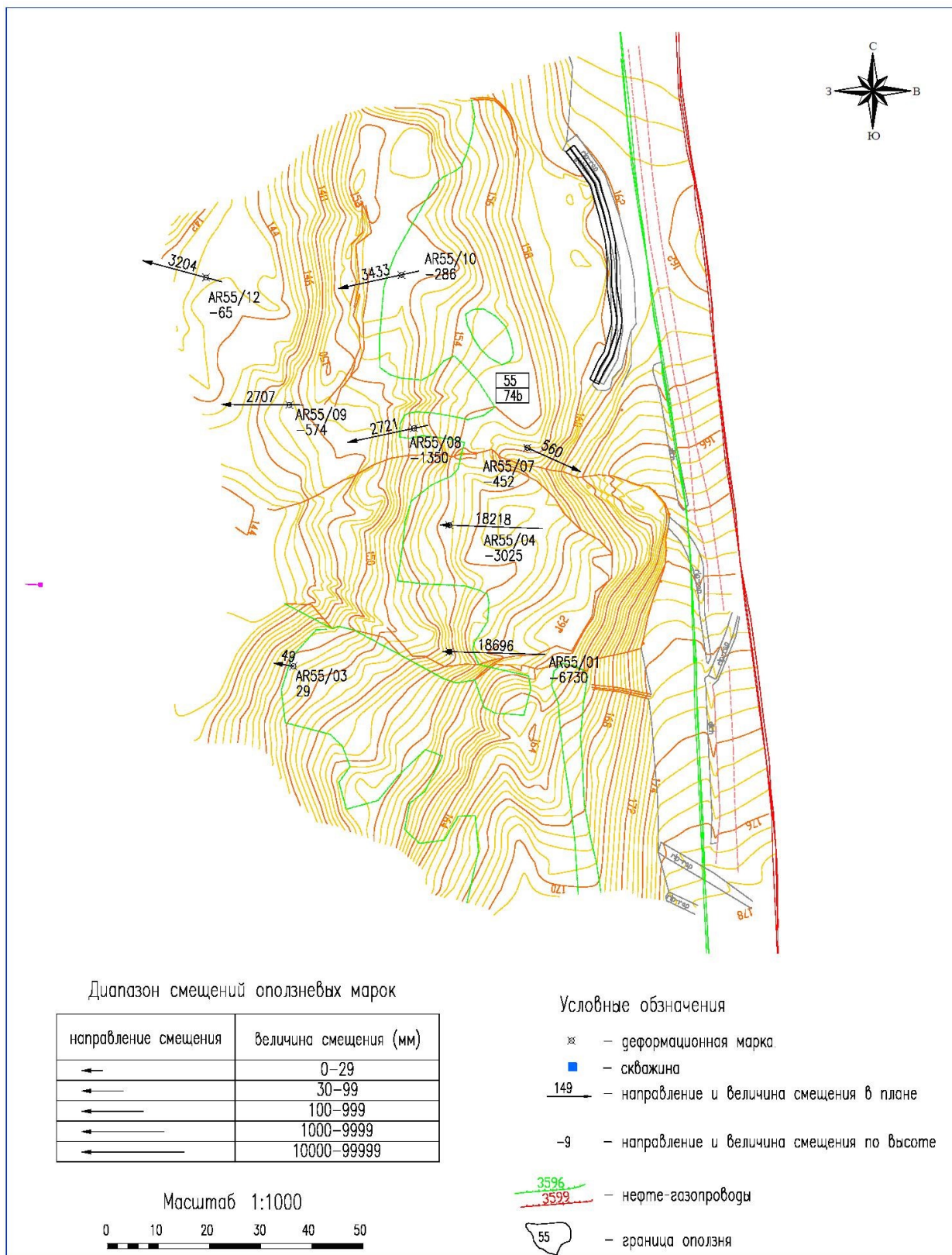


Рис. 11. План смещений оползневого тела за циклы между циклами наблюдений 0 и 7

7. СП 11-104-97 «Инженерно-геодезические изыскания для строительства». М.: Госстрой России, 1997.

8. СП 47.13330.2016. Инженерные изыскания для строительства. Основные положения. М.: Минстрой России, 2016.

9. Ключин Е.Б., Киселев М.И., Михелев Д.Ш., Фельдман В. Д. Инженерная геодезия. М.: Академия, 2010. 496 с.

10. Левчук Г.П., Новак В.Е., Конусов В.Г. Прикладная геодезия: основные методы и принципы инженерно-геодезических работ. М.: Недра, 1981. 438 с.

REFERENCES

1. Maiya V. Maximova. Spatial Objects Monitoring // European Researcher. 2012. Vol.(36). № 12-1. PP.2114-2117.

2. Maksimova M.V. Koordinatnoe obespechenie geodezicheskogo monitoringa // Mezhdunarodnyj nauchno-tehnicheskij i proizvodstvennyj ehlektronnyj zhurnal «Nauki o Zemle». 2013. №1. PP.49-54/

3. Hmyrova E.N., Maksimova M.V., ZHunusova G.E., Besimbaeva O.G. Monitoring tekhnicheskogo sostoyaniya unikal'nyh sooruzhenij v g. Astana s ispol'zovaniem sovremennyh geodezicheskikh priborov. // Geodeziya i aehrofotos"emka. 2013. №3. PP.16-19.

4. Hmyrova E.N., Maksimova M.V., ZHunusova G.E., Besimbaeva O.G. Geodezicheskij kontrol' za sooruzheniem «Astana – Ba-

jterek» // Geodeziya i aehrofotos"emka. 2013. №5. PP. 52-55.

5. Maksimova M.V., Tokareva A.A. Monitoring vysotnyh zdaniy s primeneniem sovremennyh tekhnologij. Sbornik statej po itogam nauchno-tehnicheskikh konferencij // Prilozhenie k zhurnalu Izvestiya vuzov «Geodeziya i aehrofotos"emka». 2014. №6. Vyp. 7. PP. 119-124.

6. Kupriyanov A.O., Maksimova M.V. Monitoring tekhnicheskogo sostoyaniya vysotnyh zdaniy s primeneniem sovremennyh metodov // Slavyanskij forum. Sbornik statej po itogam VII Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii «Matematicheskie metody i modeli analiza i prognozirovaniya razvitiya social'no-ehkonomicheskikh processov chernomorskogo poberezh'ya Bolgarii» 2015. PP. 153-167.

7. СП 11-104-97 «Инженерно-геодезические изыскания для строительства». М.: Госстрой России, 1997.

8. СП 47.13330.2016. Инженерные изыскания для строительства. Основные положения. М.: Минстрой России, 2016.

9. Klyushin E.B., Kiselev M.I., Mihelev D.SH., Fel'dman V. D. Inzhenernaya geodeziya. M.: Akademiya, 2010. 496 s.

10. Levchuk G.P., Novak V.E., Konusov V.G. Prikladnaya geodeziya: osnovnye metody i principy inzhenerno-geodezicheskikh rabot. M.: Nedra, 1981. 438 s.

REVIEW

The paper considers observations of a landslide slope near the “Sakhalin-2” oil pipeline in the region of the Makarov town on the Sakhaling island.

During construction of the oil pipeline in 2009 the landslide slope was strengthened. But after the too snowy winter and fast warm spring in 2017 the landslide became active. Some cracks appeared on the slope surface, some trees inclined. The landslide movement speeds were various in various parts of the slope.

The target specification for the geodetic survey contained: a database of control bench marks and control points, results of previous observations of various parts of the landslide, a detailed map with location of the pipeline, main roads and other elements of the situation.

The geodetic control network was constructed in the form of a pentagon. All its sides and diagonals were determined. Two bench marks were used as the geodetic base. They were laid in 1998 during realization of the “Sakhalin 2” project. Five marks of the geodetic control network were laid out of the deformation zone. To exclude influence of errors of initial data, the coordinates of these two marks were transferred to one point of the control network. Then

the pentagon was equalized as a geodetic control network with one initial mark. The measurements were carried out using the Trimble R8 satellite receivers.

To determine displacements of the landslide, 12 deformation marks were laid into the landslide body. Their coordinates were determined by two ways: using the Trimble R8 satellite receiver and (if the satellite visibility was bad) using the Nikon DTM-352 tacheometer. The coordinates were transferred to three marks of the group of deformation marks to avoid errors of original data. Then the network was equalized as a network with three reference marks.

The coordinates and heights of deformation marks were determined with the precision of 0.01 m.

Processing and analysis of the measurement data was made in the Trimble Business Center and Microsoft Excel software packages.

The data obtained at various observation cycles were compared with each other and with the initial data. The maximal and minimal displacements were determined. These results provided information on displacements of various parts of the landslide and made it possible to forecast its state.

A CASE HISTORY OF GEODETIC MONITORING OF LANDSLIDE PROCESSES AT A SECTION OF THE “SAKHALIN-2” OIL PIPELINE ROUTE

Maksimova M.V.

Annotation: the article considers the technique and results of geodetic observations of landslide processes at the oil pipeline route of the “Sakhalin-2” project. Comparison and analysis of the obtained data are carried out. Recommendations for future observations are given.

Key words: oil pipeline; geodetic monitoring; landslide processes.

© Максимова М.В., 2018

Максимова В.В. Из опыта геодезического мониторинга оползневых процессов на участке трассы нефтепровода «Сахалин-2» // Вектор ГеоНаук. 2018. Т.1. №1. С. 62-73.

Maksimova M.V. 2018. A case history of geodetic monitoring of landslide processes at a section of the “Sakhalin-2” oil pipeline route. Vector of Geosciences. 1(1): 62-73.
