

УДК 614.8

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АЭРОВИЗУАЛЬНОГО ОБСЛЕДОВАНИЯ ДЛЯ ОЦЕНКИ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ РИСКОВ НЕФТЕГАЗОПРОВОДОВ СЕВЕРА

**Стручкова Г.П., Капитонова Т.А., Ефремов П.В., Тарская Л.Е.**

*ФГБУН «Институт физико-технических проблем Севера им. В.П. Ларионова» СО РАН, Якутск,  
e-mail: g.p.struchkova@iptpn.ysn.ru; kapitonova@iptpn.ysn.ru*

Обосновывается необходимость и возможность использования аэровизуального обследования для проведения экспресс-анализа изменения состояния участка магистрального трубопровода со сложными геологическими условиями для прогнозирования аварийных ситуаций и совершенствования системы геотехнического мониторинга. Рассматривается пример зонирования территории прохождения нефтегазопровода по интенсивности проявления геологических рисков, что позволяет моделировать развитие различных сценариев природных и техногенных процессов, минимизировать экономический ущерб от возможного возникновения чрезвычайных ситуаций.

**Ключевые слова:** аэровизуальное обследование, геотехнический мониторинг, экзогенные процессы, геологические риски, база геоинформационных данных

## USING AERO VISUAL SURVEY FOR AN ASSESSMENT OF GEOLOGICAL RISKS OF OIL AND GAS PIPELINES OF THE NORTH

**Struchkova G.P., Kapitonova T.A., Efremov P.V., Tarskaya L.E.**

*The Institution of Russian Academy of Sciences the V.P. Larionov's Institute of Physical-Technical  
Problems of the North, Siberian Branch of the RAS, Yakutsk,  
e-mail: g.p.struchkova@iptpn.ysn.ru kapitonova@iptpn.ysn.ru*

The article gives the rationale and opportunity of aero visual screening for rapid analysis of changes of condition of pipeline section with elaborate geological conditions to predict emergencies and improving the system of geotechnical monitoring. An example of zoning territory the pipeline passing by the intensity of geological risks manifestations which allows to simulate the development of different natural and technogenic processes scenarios, to minimize the economic damage from possible emergencies.

**Keywords:** aerovisual survey, geotechnical monitoring, exogenous processes, geological risks, geographical information database

Магистральные трубопроводы, проложенные на Северо-Востоке Российской Федерации отличаются значительной протяженностью, при этом их конструктивно-технологические параметры и эксплуатационные условия сильно меняются по длине трассы, что ведет как к интенсивности аварий, так и различию сценариев их развития и величине ущербов [1].

Геотехнический мониторинг трубопровода позволяет не только следить за изменением состояния природно-технической системы, но и прогнозировать возникновение аварий. Аэровизуальное обследование (АВО) представляет собой этап геотехнического мониторинга. Под аэровизуальными обследованиями (АВО) линейных природно-технических систем (ПТС), в т.ч. магистральных трубопроводов, понимается процесс визуального изучения их состояния с помощью летательных средств.

### **Аэровизуальное обследование как метод исследования состояния линейных трубопроводных систем**

Эксплуатация магистральных трубопроводов в случае возникновения внештат-

ных ситуаций, несет большую опасность для людей и окружающей среды. Для определения возможности возникновения или предупреждения аварий вследствие активизации опасных природных и геологических процессов можно использовать метод аэровизуального обследования.

Начальным этапом АВО являются подготовительные работы, в ходе которых происходит сбор и анализ литературных и архивных данных, подбираются карты и схемы на трассу магистрального трубопровода, на которых отмечаются положения определенных на предварительном этапе потенциально опасных участков, наносятся и другие ориентировочные объекты; определяется способ регистрации результатов АВО; выбираются рациональные технические параметры АВО (скорость, высота полета, общая продолжительность наблюдений и т.д.); составляется подробная программа работ на маршруте АВО, которая зависит от изученности трассы, прогноза развития геологических процессов и состояния трубопровода.

Для упрощения регистрации геологических процессов и состояния магистраль-

ного трубопровода во время АВО используется GPS навигатор с предварительно нанесенными схемами опасных участков масштабов от 1:5000 до 1:20000 с разбитым километражем.

Во время АВО производится непрерывная съемка на видеокамеру и экспертами-геокриологами, фотографирование участков с развитием опасных геологических процессов. Аэровизуальное обследование осуществляется с вертолета на высоте 100 м со средней скоростью не выше 100 км/ч при боковом удалении от оси трубопровода не более 100 метров. Главным инструментом при обследовании служит оборудование, с помощью которого фиксируются проявления экзогенных геологических процессов (ЭГП) и обстановка на трассе [2]:

- приемные устройства системы глобальной спутниковой навигации, обеспечивающие регистрацию трека, совпадающего с траекторией полета воздушного судна;
- фотокамеры для съемки проявлений ЭГП;
- видеокамеры для непрерывной съемки трассы трубопровода;
- радиосвязь между специалистами и пилотами;
- блоки памяти для хранения архивной информации и цифровых карт;

- компьютеры для синхронизации всего оборудования, навигации, генерации предупредительных сигналов, для подготовки отчетной документации;

- блоки бесперебойного питания для подзарядки аккумуляторов съемочного и навигационного оборудования.

При выборе типа фото-видео камеры для проведения съемок, необходимо подбирать высокочувствительную аппаратуру, с тем, чтобы с большей точностью закартировать рельеф и тем большие подробности строения микрорельефа различимы при дешифрировании снимков, предназначенных для специального вида дешифрирования, т.е. опознания и определения количественных и качественных характеристик изучаемых объектов. Видеокамеры должны иметь защиту от вибраций и запасные аккумуляторы.

Результаты АВО привязываются к километражу трассы. Привязка осуществляется по зафиксированному времени и скорости полета, и проверяется по времени пролета километровых знаков или других характерных объектов на трассе МТ. В этом случае координаты объекта наблюдения могут содержать ошибку в привязке около 40 метров, рис. 1, 2.

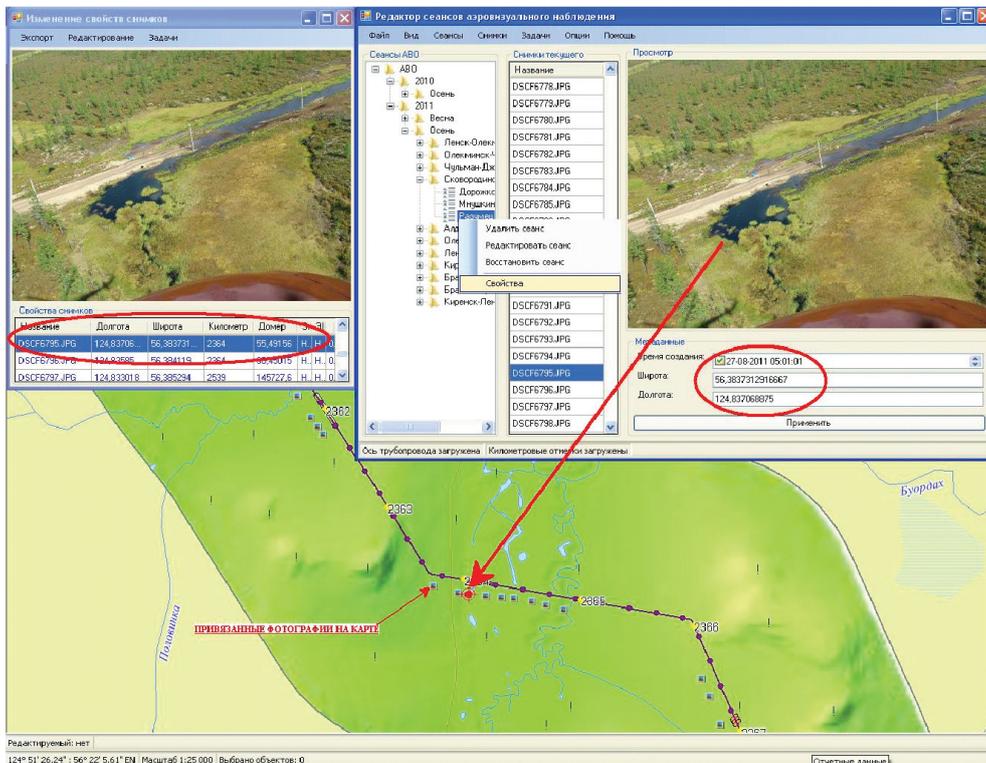


Рис. 1. Привязка фотографий к карте



Рис. 2. Снимки аврвизуального обследования, привязанные к карте

Строительство трассы нефтепровода, вырубка леса, нарушение растительного покрова при рытье траншеи, естественного стока водоемов при строительстве и обваловке – это естественные потенциально опасные геотехнические процессы [3].

Для участка трассы трубопровода также характерны следующие природные криогенные процессы и явления [4]: криогенное пучение грунтов, которое распространено почти на всей территории выделенных геокриологических участков трассы; наледообразование; процессы эрозии и термоэрозии, вызывающие возникновение процессов оседания, обрушения, осыпания, оползания и др.; солифлюкция и оползнеобразование,

по воздействию на инженерные сооружения также относящиеся к числу опасных; термокарст который образуется в связи с оттаиванием льдонасыщенных грунтов и вытаиванием подземных льдов, приводящий к проседанию поверхности земли, возникновению отрицательных форм рельефа и их заболачиванию.

На рис. 3 представлен участок трассы трубопровода с частичным заболачиванием предположительно термокарстового происхождения и протеканием эрозионных процессов, которые ведут к размыву обвалования трубопровода поверхностным стоком вод, изменению его пространственного положения и оголению некоторых участков.



Рис. 3. Развитие термокарста на трассе трубопровода

### Заключение

Использование геоинформационных систем значительно повышает обоснованность и качество управленческих инженерных решений по защите трубопроводных систем от воздействия опасных природных и природно-техногенных процессов, минимизирует ошибки в оценке состояния природно-техногенной системы, связанные с недостатком информации о степени опасности развития природных и природно-техногенных процессов.

Имея значительное количество информации по ландшафту, природно-климатической зоне, наличии опасных событий, риск-факторов с количественной оценкой негативных воздействий влияния МТ на окружающую среду строятся карты риска с использованием геоинформационных технологий, на основе которых можно разрабатывать корректирующие мероприятия по минимизации антропогенных воздействий на окружающую среду и причинения ущер-

бов народному хозяйству. Для оценки геологических рисков необходимо дополнительно использовать достаточно сложные прогностические модели.

### Список литературы

1. Стручкова Г.П., Капитонова Т.А., Слепцов О.И. Влияние экзогенных процессов на безопасность объектов нефтегазового комплекса в условиях криолитозоны // Международная конференция «Геоинформатика: технологии, научные проекты» (20-25 сентября 2010г., г. Барнаул). – Барнаул: Изд-во АРТ, 2010. – С. 94.
2. Стручкова Г.П., Капитонова Т.А., Тарская Л.Е., Ефремов П.В. О возможностях аэровизуального облета для мониторинга магистрального трубопровода // VI Евразийский симпозиум по проблемам прочности материалов и машин для регионов холодного климата EURASTRENCOLD – 2013, 24-29 июня 2013 г., г. Якутск. Т. 3. Электронное издание ИФТПС СО РАН (№ гос. регистрации 0321304634).
3. Дзюба С.А. Информационно-аналитическая система геотехнического мониторинга и управления магистрального газопровода «Ямал – Торжок»: автореф. ... канд. техн. наук. – М.: Институт Проблем Нефти и Газа РАН, издательско-полиграфический центр МИТХТ им. М.В. Ломоносова, 2006, 21 с.
4. Стручкова Г.П., Капитонова Т.А., Слепцов О.И. Оценка влияния экзогенных процессов на объекты нефтегазового комплекса в условиях криолитозоны // Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций. – 2011. – № 2. С. 53-59.