

КАРТОГРАФИЧЕСКИЙ МЕТОД ИССЛЕДОВАНИЯ УЧАСТКА ПОЛОСЫ ТРАССЫ ГАЗОПРОВОДА НАДЫМ–ПУНГА

Е.В. Устинова

Институт криосферы Земли СО РАН, 625000, Тюмень, а/я 1230, Россия, e.vustinova@mail.ru

Картографический мониторинг проводится в подзоне северной тайги в пределах Надымского стационара. Под влиянием техногенных нарушений произошла активизация термокарста, пучения и заболачивания, началось развитие дефляции на дренированных участках, сложенных песками. На участках болот, примыкающих к газопроводу, возникли зоны подтопления. Подсчет нарушенных площадей показал, что первоначально поврежденная площадь природного комплекса увеличилась на 22 % за счет появления новых озерков. Использование материалов повторной аэрофотосъемки, выполненной до нарушения и через определенные интервалы времени после него, а также проведение в те же сроки наземных исследований позволило составить серию карт геосистем изученного участка. Эта серия включает исходную карту ненарушенных геосистем, составленную в 1970 г. до прокладки газопровода. На остальных картах показаны как ненарушенные геосистемы, так и геосистемы, получившие повреждения в результате прокладки газопровода.

Мониторинг, картографирование, многолетнемерзлые породы, криогенные процессы, климат, ландшафты

CARTOGRAPHICAL METHOD OF RESEARCH OF THE NADYM–PUNGA GAS PIPELINE ROUTE AREA

E.V. Ustinova

Earth Cryosphere Institute SB RAS, 625000, Tyumen, P/O box 1230, Russia, e.vustinova@mail.ru

Cartographical monitoring has been carried out within the Nadym station in northern taiga subzone of West Siberia. Activation of thermokarst, frost heave and bogging took place under the influence of disturbances. The development of deflation began on the dry sites composed of sands. The zones of flooding occurred on the sites of bogs adjoining the pipeline. Calculation of the disturbed areas has shown that the originally disturbed area of natural complex due to occurrence of new lakes increased by 22 %. Using of materials of the repeated air photography (fulfilled before the disturbance and in certain time intervals after it) as well as carrying out of the ground research in the same terms has allowed compiling a series of geosystem maps of the investigated site. This series includes the initial map of undisturbed geosystems made in 1970 before the laying of the gas pipeline. Both the undisturbed geosystems and the geosystems exposed to the disturbances due to the laying of gas pipeline are presented on other maps.

Monitoring, mapping, permafrost, cryogenic processes, climate, landscapes

ВВЕДЕНИЕ

Мониторинг – это система оперативного слежения и контроля за средой или отдельными ее компонентами с целью управления ими. Мониторинг предполагает наблюдение за состоянием объекта, его оценку, прогноз развития во времени и в пространстве, а также разработку системы мероприятий по управлению им. Ю.А. Израэль [1979] считает, что это прежде всего информационная система для обнаружения антропогенных изменений окружающей среды на фоне ее естественных колебаний. В задачи такой системы входят, во-первых, слежение за факторами воздействия на среду, ее состоянием и изменениями, во-вторых, прогноз состояния биосферы и, в-третьих, оценка изменений этого состояния и его тенденций. Мониторинг должен ответить на вопросы о

причинах возможных нарушений среды, о нежелательности или, наоборот, допустимости тех или иных изменений природы, нормы нагрузки на нее. При этом состоянии среды можно оценивать по отдельным аналитическим или интегральным показателям. Основное средство осуществления мониторинга – система аэрокосмических съемок, опирающаяся на сеть наземных наблюдений [Mann, 1973; Виноградов, 1976]. Иногда полагают, что это не только основное, но и единственное средство.

Вместе с тем совершенно очевидно, что эффективная система мониторинга окружающей среды может быть осуществлена только при самой широкой опоре на тематические карты, на автоматизированные методы их создания и использования, на фонды картографической информации.

Геокриологический мониторинг, проводимый в нефтегазоносных районах, должен сопровождаться картографированием криогенных геосистем, важным компонентом которых являются многолетнемерзлые породы. Проведение повторного картографирования позволяет исследовать криогенные процессы, проследить естественную динамику геосистем и их изменения под влиянием прокладки и эксплуатации газопровода.

Ландшафтные карты отражают современное состояние ландшафтов, их генезис, возраст, динамику, степень антропогенной модификации, нарушенность, загрязненность. В соответствии с назначением на картах может быть представлен широкий спектр инвентаризационных, ресурсных показателей, оценочных и прогнозных характеристик. Ландшафтным картам, так же как и картам растительного покрова, принадлежит ведущая роль в комплексных исследованиях природы и взаимодействия человека с окружающей средой. А.Г. Исаченко [1980] считает ландшафтные карты важнейшим документом, который сопровождает процесс исследования на всех его этапах – от первоначальной инвентаризации до заключительных рекомендаций.

В использовании ландшафтных карт выделяют главные направления: 1) анализ структуры ландшафтов, их сложности, дифференциации и других морфометрических характеристик; 2) изучение связей между компонентами ландшафта (вертикальные связи) и между ландшафтными ареалами (горизонтальные связи), выявление иерархической организации ландшафта; 3) анализ динамики поведения ландшафта, оценка возможных естественных и антропогенных (техногенных) трансформаций, прогноз будущих состояний; 4) индикационный анализ ландшафтных карт для выявления неблагоприятных и опасных природных процессов; 5) оценка территории для хозяйственного освоения.

Большим разнообразием отличаются и методы анализа ландшафтных карт. Широко применяются приемы ландшафтометрии, статистического и информационного анализов, методика создания производных карт ландшафтной структуры, сопоставление разновременных карт для прослеживания динамики ландшафта.

Несмотря на значительный опыт проведения геоэкологического картографирования, существующие методики составления геоэкологических карт разработаны недостаточно; до сих пор отсутствуют единые принципы составления итоговых карт, не унифицированы методики их составления, а также типовые геоэкологические легенды. Поэтому многие региональные методики базируются на различных подходах к выделению основных элементов на картах – гидрогеологического районирования (ВСЕГИНГЕО), геохимических полей

(ИМГРЭ), типов ландшафтов (ВСЕГЕИ), а также различных геологических, инженерно-геологических, геоморфологических, геоботанических и других комплексов.

Оценка состояния геологической среды требует системного, объективного и оптимального отображения геоэкологической (эколого-географической и эколого-геологической) информации средствами современной картографии, должна учитывать специализацию предприятий и региональные условия территорий.

Автор полагает, что его опыт повторного картографирования естественных и нарушенных северотаежных геосистем Западной Сибири представляет интерес для исследователей, занимающихся проблемой картографического мониторинга в криолитозоне.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Из всего многообразия видов техногенного воздействия на природу Севера выделяются те, что связаны с добычей и транспортировкой нефти и газа. Комплекс сооружений нефтегазопромыслов с сетью трубопроводов, занимающий обширные площади, представляет собой природно-техногенный комплекс, режим эксплуатации которого существенно зависит от природной обстановки, особенно от геокриологических условий. Инженерные сооружения, в свою очередь, вызывают изменение природных условий, приводящее к нежелательным последствиям для нормального функционирования геосистем.

Исследования изменений геосистем под влиянием прокладки магистрального газопровода Надым–Пунга проводились в окрестностях Надымского стационара, расположенного в 30 км южнее Надыма [Москаленко и др., 2001]. Мониторинг техногенных нарушений выполнялся здесь в течение 35 лет. Техногенные повреждения связаны с расчисткой трассы, сооружением газопровода, линий электропередач, притрассовой дороги и обслуживанием газопровода.

В исследованном регионе выделены ландшафтные провинции и подпровинции, виды ландшафтов, типы местностей, урочища и фации. Ландшафтные подпровинции различаются характером распространения и криогенным строением многолетнемерзлых пород. Внешними признаками ландшафтов в пределах аккумулятивных равнин являются тип поверхности, ее гипсометрическое положение, характер растительности [Ландшафты..., 1983].

В полосе трассы в результате ее расчистки был нарушен микрорельеф, срезаны кочки и бугорки, насыпан слой песка для улучшения проезда транспорта вдоль газопровода. Эти нарушения привели к образованию техногенных форм релье-

фа. Вдоль трассы почти полностью был снят растительный покров, частично удалены торфяной и верхний минеральные горизонты мощностью до 20 см, изменены химический состав почв, условия стока поверхностных вод, геоэкологические условия.

Наиболее сильные техногенные нарушения происходили при прокладке трассы газопровода в 1971–1972 гг. и замене трубы в 2004 г., менее значительные – в 1974 г. при возведении ЛЭП и в 1983 г. при подсыпке насыпи. Грунтовая дорога вдоль трассы подсыпается практически каждый год.

Изменение рельефа изучалось путем крупномасштабного повторного картографирования их форм по аэрофотоснимкам разных лет и материалам наземных маршрутных работ, проводимых с интервалом 3–5 лет. Последняя инвентаризация новых техногенных нарушений выполнялась в 2006 г. Проводилось повторное нивелирование марок на стационарных профилях, перпендикулярных трассе газопровода и пересекающих постоянные площадки, на которых выполнялись детальные исследования растительности и геоэкологических условий [Антропогенные..., 2006]. Выбор мест расположения профилей осуществлялся таким образом, чтобы каждый профиль пересекал местность со своей специфической морфологической структурой ландшафтов.

АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЯ

Анализ полученных материалов показал, что в результате проведения повторной съемки растительного покрова в полосе трассы газопровода отчетливо прослеживаются изменения растительности под влиянием линейных сооружений. Восстановление растительного покрова протекает с разной скоростью в зависимости от вида нарушения и ландшафтных условий. На грунтовой дороге, где растительный покров был полностью уничтожен в результате прокладки насыпной дороги, и по которой постоянно проезжает транспорт, во всех природных комплексах встречаются лишь редкие фрагменты травяной растительности. На участках с разовыми техногенными нарушениями растительный покров быстрее восстанавливается в местах, подвергавшихся более слабому техногенному воздействию.

Например, на участках, где транспорт проезжал редко, сохранились фрагменты ненарушенной растительности, зарастание нарушенной зоны идет быстрее, чем в полосе, примыкающей к газопроводу, где производилась расчистка трассы и был снят практически весь растительный покров.

На карте выделены лесные геосистемы, развитые на талых участках (1а – дренированные, 1д – слабодренированные); топяные талые болота

(3а); болотные геосистемы, в которых отмечается новообразование многолетнемерзлых пород (3б – плоские, 3в – грядово-мочажинные), геосистемы, переходные от лесных к болотным, в которых встречаются линзы и перелетки мерзлых пород (1г) и геосистемы торфяников (4а – плоские, 4б – мелкобугристые, 4ж – крупнобугристые) и многолетних бугров пучения (фация 23), содержащие сильнольдистые многолетнемерзлые породы.

Анализ составленной ландшафтной карты (рисунок, а) показал, что на исследуемой территории доминируют мелкобугристые участки с осоково-багульниково-мохово-лишайниковым покровом (урочище 4б, фация 100 [Ландшафты..., 1983]), приуроченные к плоской заболоченной поверхности равнины. На этой поверхности равнины часто встречаются разные виды болотных урочищ и фаций.

На территории стационара наибольшие площади среди болотных геосистем занимают грядово-мочажинные болота (урочище 3в, фация 50) с андромедово-осоково-сфагновым покровом на грядах и пушицево-осоково-гипновым по мочажинам. Среди крупнобугристых торфяников (урочище 4ж, фация 72) небольшие территории заняты буграми пучения с кедрово-лиственничными багульниково-лишайниковыми рединами на торфяно-подзолистых почвах (фация 23).

На остальных картах (1988, 2004 и 2005 гг., рисунок, б) показаны как ненарушенные геосистемы, так и геосистемы, получившие повреждения в результате прокладки газопровода. Нарушенные геосистемы на этих картах имеют те же индексы, что и исходные, но несколько видоизмененные: цифра внизу у индекса обозначает вид техногенного нарушения. Внемасштабными знаками на картах отмечены места расположения постоянных наблюдательных площадок, заложенных как в естественных условиях, так и на нарушенных участках.

При сравнении карты 1988 г. (спустя 18 лет после сооружения газопровода) с исходной (1970 г.) видно увеличение площадей болотных геосистем за счет лесных в результате прогрессирующего заболачивания. Отсыпка насыпной грунтовой дороги на месте зимника привела к увеличению нарушенных площадей за счет появления новых карьеров, часть из которых заполнилась водой, а также к возникновению подтопления в болотных геосистемах, пересекаемых дорогой, в результате нарушения стока насыпью дороги и, как следствие, к появлению новых озерков. Озеро у газопровода подверглось заболачиванию, и площадь его сократилась. В ненарушенных болотных геосистемах местами появились небольшие бугры и площади пучения высотой до 1 м.

В 2004 г. был произведен ремонт газопровода и замена трубы. По данным, полученным в результате повторной крупномасштабной съемки (2004–

Ландшафтная карта стационара Надым (а – 1970 г.; б – 2005 г.).

Урочища (1а, 1г, 1д и др.) см. в тексте.

Фаши: лесные (4 – березово-сосновые бруснично-зеленомошно-лишайниковые, 16 – березово-сосновые багульниково-зеленомошно-лишайниковые, 19 – лиственничные багульниково-сфагновые, 20 – лиственничные багульниково-лишайниково-сфагновые, 23 – бутры пучения с багульниково-лишайниковым покровом и единичными кедрами); болотные (45 – топяные травяно-моховые, 46 – осоково-сфагновые, 48 – осоково-сфагновые с фрагментами торфяника, 49 – кустарничково-осоково-сфагновые, 50 – андромедово-осоково-моховые); торфяники (60 – плоские морошково-багульниково-сфагновые, 61 – плоские морошково-багульниково-сфагново-лишайниковые, 72 – крупнобугристые морошково-багульниково-моховые, 100 – мелкобугристые ерничково-багульниково-мохово-лишайниковые).

Техногенные нарушения (*цифры внизу у индексов*): 1 – частичное уничтожение растительности в результате разового проезда транспорта; 2 – уничтожение большей части растительности, нарушение микрорельефа, верхнего слоя почвы в результате многократного проезда транспорта; 3 – снятие растительности, нарушение микрорельефа, удаление торфянистого горизонта мощностью 10–20 см в результате расчистки трассы; 4 – погребение и уничтожение растительности, нарушение стока в результате образования навалов из снятой растительности; 7 – уничтожение растительности и почвы, нарушение рельефа в результате сооружения карьеров; 8 – снятие растительности и торфяного слоя мощностью 0,3–1,0 м; 9 – погребение и уничтожение растительности, нарушение стока и микрорельефа в результате прокладки насыпной дороги; 10 – старые гари.

Степень покрытия поверхности вторичной растительностью (*цифры сверху у индексов*): 1 – менее 25 %, 2 – 25–50 %, 3 – 50–75 %, 4 – более 75 %.

2006 г.), ширина зоны нарушения природной среды вдоль трассы 1 нитки газопровода Надым–Пунга изменяется от 40 до 500 м. Проведение картографирования позволило проследить увеличение ширины зоны нарушения в слабоустойчивых геосистемах (например, на мелкобугристых участках в 2 раза).

Линейные сооружения (дороги, трубопроводы), под которыми верхний слой торфяной залежи более уплотнен, чем на прилегающих участках болот, являются своеобразными плотинами, препятствующими движению поверхностных и фильтрационных вод. Этому способствует также более глубокое промерзание торфяной залежи под дорогами и уменьшение коэффициента фильтрации в связи с уплотнением. В результате этого на участках болот, примыкающих к дорогам или трубопроводам, появляются зоны подтопления. Перепады уровней воды достигают 60–100 см. Расширение зоны нарушения связано также с влиянием подтопления и развитием термокарста и заболачивания в прилегающих к трассе ненарушенных природных комплексах.

ВЫВОДЫ

Составление разновременных ландшафтных карт позволяет изучить естественную динамику природных геосистем. Например, зафиксировать появление новых бугров пучения на месте болот.

Проведение повторного ландшафтного картографирования дает возможность выделить зону нарушения природных геосистем и проследить ее изменения за период наблюдений.

Составленные ландшафтные карты могут послужить основой для создания прогнозных карт изменения геосистем под влиянием линейного строительства и геоэкологических карт.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант № 04-05-64005-а).

Литература

- Антропогенные** изменения экосистем Западно-Сибирской газоносной провинции / Ред. Н.Г. Москаленко. М., РАСХН, 2006, 358 с.
- Виноградов Б.В.** Космические методы изучения природной среды. М., Мысль, 1976, 286 с.
- Израэль Ю.А.** Экология и контроль состояния природной среды. Л., Гидрометеиздат, 1979, 376 с.
- Исаченко А.Г.** Оптимизация природной среды. М., Мысль, 1980, 264 с.
- Ландшафты** криолитозоны Западно-Сибирской газоносной провинции / Под ред. Е.С. Мельникова. Новосибирск, Наука. Сиб. отд-ние, 1983, 165 с.
- Москаленко Н.Г., Коростелев Ю.В., Червова Е.И.** Мониторинг слоя сезонного протаивания в северной тайге Западной Сибири // Криосфера Земли, 2001, т. V, № 1, с. 71–79.
- Mann R.E.** Global Environmental Monitoring System (GEMS). Action Plan for Phase 1. Toronto, 1973, 130 p. (SCOPE; Rep. 3).

Поступила в редакцию
27 сентября 2006 г.