



УДК 55:004:622.992.2–032.32:504 (470.44)

КАРТОГРАФИЧЕСКИЙ ПОДХОД ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ СЕТИ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА НА ОБЪЕКТАХ НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ

А. Н. Чумаченко, Б. А. Новаковский¹, В. З. Макаров,
П. Е. Каргашин¹, А. А. Ольхов¹

Саратовский государственный университет,
кафедра геоморфологии и геоэкологии,
кафедра физической географии и ландшафтной экологии
¹Московский государственный университет,
кафедра картографии и геоинформатики
E-mail: geogr@squ.ru

Сооружение и эксплуатация объектов нефтегазовой отрасли оказывает негативное воздействие на окружающую среду. Оно может быть минимизировано при условии своевременного выявления при экологическом мониторинге и принятия соответствующих превентивных мер. В целях оптимизации, а также для повышения оперативности экологического мониторинга необходим обоснованный выбор пунктов предполагаемых работ. При этом следует учитывать множество природных и организационных факторов, а также особенностей технологического процесса строительства и эксплуатации объектов нефтегазовой отрасли. В данной статье рассматривается подход к проектированию сети экологического мониторинга для территорий объектов нефтегазовой отрасли на основе картографического моделирования.

Ключевые слова: нефтегазовая промышленность, геоинформационные технологии, картография, геоэкологический мониторинг.

Cartographic Approach to Projecting of Ecological Monitoring Network on the Oil-and-Gas Sector

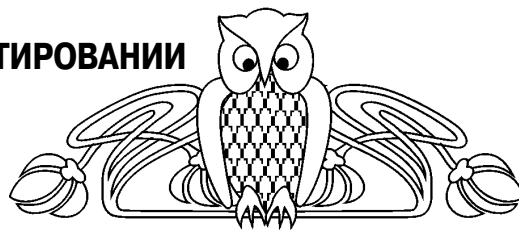
A. N. Chumachenko, B. A. Novakovskiy, V. Z. Makarov,
P. E. Kargachin, A. A. Olhov

The construction and operation of industrial objects of oil and gas branch cause negative influence on environment. It could be minimized under condition of a well-organized system of ecological monitoring and acceptances of corresponding preventive works. In a view of optimization and also for increase of efficiency of ecological monitoring there are necessary the well-founded choice of points of prospective works. Thus it is necessary to consider set of natural and organizational factors and also features of technological process of construction and operation of objects. In given article consider the method of designing for a network of ecological monitoring for territories of objects of oil and gas branch on the basis of cartographical modeling.

Key words: oil-and-gas industry, geoinformational, cartography, geoeological monitoring.

Постановка проблемы

В настоящее время в связи с возрастающими в обществе потребностями в энергоносителях все больше внимания уделяется развитию топливно-энергетического комплекса. Он состоит из не-



скольких отраслей, но ведущее место занимает нефтегазовая промышленность, имеющая довольно сложную структуру. Основу для нее составляют комплексы нефтяных и газовых месторождений, а также системы магистральных трубопроводов, представляющие наиболее приоритетный вид транспорта по ряду характеристик. Значительные объемы перебрасываемого сырья, наибольшая степень автоматизации, бесперебойность, высокая скорость работы и надежность делают его универсальным в транспортировке углеводородного топлива, особенно в газовой отрасли.

Сооружение системы объектов нефтегазовой отрасли производится довольно динамичными темпами и охватывает значительную по площади и протяженности территорию. На всех этапах строительства трубопроводов и их инфраструктуры, при разработке месторождений и в процессе добычи сырья остро стоит вопрос о защите окружающей природной среды от загрязнения опасными веществами и излучений, которые ведут к деградации каждого ее компонента. В связи с этим необходимо уделять особое внимание природоохранным мероприятиям, главной задачей которых является минимизация размеров этого воздействия. Это можно осуществить при условии его своевременного выявления и предупреждения критических и аварийных ситуаций. Одними из эффективных методов мониторинга негативных процессов на объектах нефтегазовой отрасли и планирования природоохранных мероприятий являются картографический метод и космосъемки поверхности Земли.

Картографическое обеспечение планирования и создания сети экологического мониторинга

Для оценки воздействия на природную среду широко применяется экологический мониторинг, предполагающий изучение экосистем аэрокосмическими методами, а также комплекс мероприятий по их наземному исследованию. Последние подразумевают полевые исследования территории, которые включают в себя разнообразные компонентные и комплексные геоэкологические работы. Один из принципов экологического мониторинга, которые детально изложены в монографии «Нефть и окружающая среда Калининградской области» [1], говорит о необходимости оперативного предоставления данных и результатов всем заинтересованным службам. Это невозможно без оптимизации работ на всех стадиях слежения



за состоянием окружающей среды, начиная с проектирования сети мониторинга и заканчивая представлением данных в итоговом виде.

Важный этап – проектирование системы мониторинга, на котором необходимо создать сеть пунктов слежения за состоянием природной среды. Эта система обеспечит не только получение необходимой информации, но и возможность легкого доступа к пунктам мониторинга. В целях их оптимизации, а также для повышения оперативности экологического мониторинга необходим обоснованный выбор пунктов предполагаемых работ. При этом следует учитывать множество природных и организационных факторов, а также особенностей технологического процесса строительства и эксплуатации объектов нефтегазовой отрасли.

Особенности состава работ по сооружению и эксплуатации объектов инфраструктуры нефтегазовой отрасли непосредственно влияют на комплекс мероприятий по экологическому мониторингу. Так, к примеру, знание технологии извлечения сырья из пластов дает возможность определить состав работ по экологическому мониторингу территории в районе каждого кустового участка. Понятие о топологии системы сбора сырья и производственные процессы в каждом её узле позволяют выявлять пункты потенциального воздействия на окружающую среду, судить о его распределении по территории и, как следствие, наиболее рационально планировать сеть мониторинга.

При проведении планирования природоохранных мероприятий важную роль играет визуализация информации. Ландшафтные особенности территории проведения работ, а также данные о проектируемых на ней объектах представляют собой пространственно определенную информацию, наиболее удачным способом визуализации которой являются картографические материалы. Они позволяют получать первичные (почвы, распределение стока, циркуляционные процессы в атмосфере и т. д.) и производные (морфометрия, лесистость, распаханность и т. д.) характеристики территории, важные в любом географическом исследовании [2, 3]. Использование общегеографических, природно-ресурсных и других тематических карт упрощает описание различных природных и антропогенных объектов.

На этапе проектирования объектов, помимо исчерпывающих текстовых описаний и статистических данных, обязательно привлекаются серии карт, характеризующие местность с точки зрения природных условий и ресурсов, а также существующего антропогенного воздействия. В обязательном порядке учитывают материалы, характеризующие специфические условия данной территории. Это, к примеру, карты многолетней мерзлоты для северных территорий, засоленности почв и минерализации подземных вод для аридных земель или карты сейсмичности для горных районов.

При целевом анализе карт выявляются типологические и индивидуальные черты ландшафта, уровень организации и состояние хозяйства, иерархически соподчиненные ландшафтные структуры разного порядка и т. д., что играет большую роль при организации экологического мониторинга.

Выбор пунктов наблюдения должен не только отвечать природным особенностям территории, но и учитывать экономический, организационный, техногенный факторы, а также транспортную доступность планируемой сети мониторинга. Для учета всей специфики ландшафта нужно иметь в виду большое количество разнородных данных, которые локализованы на значительной площади. В целях упрощения анализа подобной ситуации удобнее всего использовать картографический подход. Приоритет такого подхода заключается в том, что карты позволяют изучать пространственно-временные закономерности систем любого уровня, при этом картографическую модель можно сочетать с другими подходами: системным, аналитическим, историко-генетическим, сравнительным.

Исследуемую территорию следует оценивать с точки зрения каждого из факторов, влияющих на выбор точек мониторинга. Данные о тех или иных факторах содержатся в картографическом виде в проекте строительства объекта и в материалах инженерно-экологических изысканий на данной территории.

Определим необходимые карты, требуемые для планирования сети мониторинга. Как представляется, перечень карт, минимально необходимый для проектирования сети мониторинга, должен содержать ситуационный план, карту размещения проектируемых объектов и карту технических решений (в случае для территорий, на которых проводят строительные работы), ландшафтную карту, карты опасных экзогенных процессов, карту районов с ограниченным режимом природопользования и карту химического загрязнения ландшафтов. Источником указанного картографического материала является документация по инженерно-экологическим изысканиям исследуемой территории.

Ситуационный план содержит данные о местоположении и общегеографических особенностях территории строительства, иными словами, её современную топографическую характеристику. В рамках решаемой задачи наиболее значимыми элементами этой карты являются рельеф, гидрографическая и дорожная сети, растительный покров, грунты, населенные пункты и линии электропередач. При анализе поля горизонталей (изогипс) можно вычислить морфометрические характеристики рельефа, дать самую общую геолого-геоморфологическую характеристику территории. На основе анализа гипсометрических особенностей местности можно определить водосборные бассейны, области денудации и аккумуля-



ляции. Типы землепользования (лесные земли, пашня, пастбища и пр.) и степень расчлененности рельефа позволяют анализировать рельефообразующие процессы, их интенсивность. Для более детального исследования удобнее использовать карту современных экзогенных процессов.

Изучение конфигурации дорожной сети, категории дорог и характера рельефа позволяет определять доступность тех или иных объектов нефтегазодобычи и выделить так называемые временные зоны доступности. Это важно для выявления оптимальной топологии маршрутов обходчиков, для контроля за состоянием инженерной инфраструктуры, а также определения труднодоступных участков, особенно на сильно пересеченной или заболоченной местности. Кроме того, по наличию объектов, являющихся источниками электромагнитного загрязнения (ЛЭП, электрические подстанции и т. д.), можно судить о его уровне на тех или иных участках.

Ландшафтная карта содержит комплексную характеристику природно-территориальных комплексов до начала работ на исследуемой территории, т. е. данные об исходном состоянии природной среды. Сопреженный анализ ландшафтной карты и рельефа на ситуационном плане помогает выявить общие закономерности в геохимических связях элементов ландшафтной структуры, представить ландшафтно-геохимическую и катенную структуру территории исследования [2]. Этот аспект территориального анализа является значимым, поскольку знание векторов потоков вещества и энергии в ландшафте позволяет объяснить их дальнейшее распределение и соответственно дает возможность выделить зоны потенциального загрязнения поверхностных и грунтовых вод, почв и грунтов, например, вокруг скважин, нефтяных амбаров, нефтесборных пунктов и пр. Впоследствии указанную информацию можно использовать для оценки изменения природно-территориальных комплексов. В дополнение к ландшафтной карте желательно использовать аналитические карты: **карты растительности, почвенные карты и карты четвертичных отложений**, которые представляют разностороннюю характеристику ландшафтной структуры территории.

На карте современных экзогенных процессов показаны участки с высокой активностью рельефообразования. Данная карта создается при проведении инженерно-экологических изысканий. Участки с активными экзодинамическими процессами регулярно обследуют. Отсутствие контроля за процессами внешней динамики рельефа может привести к нарушению функционирования любого типа инженерных объектов и спровоцировать аварийные ситуации.

Карта технических решений характеризует размещение объектов строительства (газовая или нефтяная труба, объекты инфраструктуры), а также специализированные решения для наиболее сложных в техническом плане участков

строительства (переходы через водотоки, овраги, пересечения с дорожным полотном и т. д.). Карты для подобных участков часто целесообразно представлять в более крупном масштабе, чем остальные в данной серии. Поскольку в каждой сложной технической ситуации необходимо искать рациональный выход, он может носить различный характер в отличающихся условиях строительства. Как следствие, экологический мониторинг на таких участках требует индивидуального подхода к каждому техническому решению.

Карта районов с ограниченным режимом природопользования (или карта экологических ограничений строительства). Данная карта содержит сведения об участках, где при проведении работ следует придерживаться определенных нормативных документов. Примером таких территорий служат заповедники, природные парки, водоохранные зоны, места произрастания редких видов растений, пути миграции животных и т. д. [4].

Карта химического и физического загрязнения ландшафтов дает информацию о превышениях предельно допустимых значений химических элементов в отдельных компонентах природной среды. Это может быть связано с местными особенностями ландшафта (например, с рудопроявлением) или с их привнесением в ходе миграции вещества между природно-территориальными комплексами или их компонентами. Карта составляется на основе результатов лабораторных анализов проб почв, донных отложений, воды, воздуха, а также измерений радиационного, электромагнитного фона и показывает состояние природной среды до начала строительства.

Совместный картографический анализ указанного материала, используемый для выявления природных взаимосвязей, позволяет выявить наиболее важные с позиций мониторинга участки местности, предложить состав работ и детально исследование для каждого пункта сети мониторинга, определить количество и продолжительность маршрутов, выявить оптимальную последовательность обхода пунктов мониторинга. В зависимости от ситуации каждый пункт может быть приурочен к техническому объекту (например, компрессорная станция или газовая скважина), природному комплексу (лесные, степные, долинные, болотные сообщества), зоне с ограниченным режимом природопользования или территории со специфическими условиями строительства (переходы трубопровода через водотоки).

Результаты анализа исходных данных о природной среде и технической системе позволяют предложить еще один картографический сюжет, который отражает пространственное положение пунктов сети мониторинга. На предлагаемой карте следует привести более полную характеристику каждого пункта, а именно необходимый вид работ (мониторинг, контроль выполнения при-



родоохранных решений и т. д.); состав работ в пункте: геоботанические и геоморфологические описания, описания гидробионтов, измерения радиационного фона, уровня шума, характеристик электромагнитного поля, отбор проб воздуха, почвы, воды, донных отложений, адресная привязка и пр. [5].

Качественно выполненные изыскания, достаточная база пространственных данных, четко обоснованный прогноз и работы с картографическими материалами с использованием компьютерных, в особенности геоинформационных, технологий дают возможность удерживать негативные природно-антропогенные процессы под контролем. Тем не менее на данный момент создание и обновление картографической информации являются одним из наиболее трудных аспектов природоохранной деятельности при строительстве объектов нефтегазовой отрасли. Требования к нему в нормативно-методических документах государственного и отраслевого уровней отличаются неполнотой и нечеткостью формулировок; игнорируются многие особенности данной отрасли.

В тех случаях, когда необходимо многократно использовать географическую основу, а тематическое содержание регулярно менять, удобнее всего использовать компьютерные системы, позволяющие делать обновление картографического обеспечения в автоматизированном режиме. При работе в таких программах создаются базы данных, содержащие как пространственную, так и атрибутивную информацию об объектах на карте, которую впоследствии можно актуализировать под реальную ситуацию, так как в процессе строительства она быстро меняется [6].

В практической деятельности применяют ГИС-пакеты, которые помимо вышеуказанных функций имеют множество инструментов и графических библиотек, которые облегчают процесс создания карт и минимизируют затраченное на него время. Кроме того, при создании тематической нагрузки удобно использовать программный блок создания карт [7]. В настоящее время методы моделирования не позволяют получать результаты, достаточные для решения всех задач в области природоохранной деятельности. В связи с этим наиболее приемлемым остается накопление знаний о данной области, основанное на различных реализациях системного подхода к оценке воздействия на окружающую среду.

Привлечение картографических материалов к проектированию сети пунктов наблюдения является наиболее оптимальным решением задач геоэкологического мониторинга, поскольку позволяет одновременно учесть все важные группы факторов. Это необходимо для достижения высокой оперативности функционирования системы мониторинга, обеспечения информативности и, как следствие, выполнения требований экологической безопасности на нефтегазовом комплексе.

Анализ картографических материалов является оптимальным методом обоснования пунктов геоэкологического мониторинга. Это касается как объектов нефтегазовой промышленности, так и других отраслей народного хозяйства, где важен системный подход при изучении природно-технических комплексов. Для успешной реализации проектного этапа работ к созданию и анализу картографического материала следует привлекать ученых-географов соответствующих областей, а сам анализ карт дополнять другими источниками.

Предлагаемый подход позволяет учитывать специфику природных комплексов и технических систем на различных стадиях реализации проекта. Значительная автоматизация при проектировании сетей геоэкологического мониторинга возможна на основе баз атрибутивных данных, дополненных таблицами, характеризующими подход к организации работ и полному применению методов и средств геоинформационного картографирования. В последнем направлении важная роль отдается системам поддержки принятия решений.

Выводы:

1. Современная практика геоэкологического мониторинга в должной мере не учитывает возможности новейших методов картографии и геоинформатики. Требуется более активное знакомство и использование накопленного в этих науках опыта в природоохранной деятельности.
2. Картографический метод исследования, сочетаемый с данными дистанционного зондирования и ГИС-технологиями, является наиболее эффективным средством контроля за геоэкологической ситуацией на объектах нефтегазовой отрасли.

Библиографический список

1. Нефть и окружающая среда Калининградской области. Т. 1. Суша / под ред. Ю. С. Каджояна и Н. С. Касимова. М., 2008. 360 с.
2. Макаров В. З., Чумаченко А. Н., Федоров А. В., Иголин О. И., Данилов В. А., Солдаткин С. И. Применение ГИС-технологий при оценке факторов природного риска на нефтяных месторождениях Нижнего Поволжья // Проблемы региональной экологии. 2004. № 3. С. 89–99.
3. Макаров В. З., Чумаченко А. Н., Федоров А. В., Данилов В. А. Опыт использования геоинформационных технологий в ОАО «Саратовнефтегаз» // Устойчивое развитие территорий: теория ГИС и практический опыт: материалы междунар. конф. Саратов (Россия) – Урумчи (Китай). Саратов, 2008. Т. 1. С. 240–246.
4. Садов А. П., Каргашин П. Е., Варущенко С. С., Кречетов П. П. Картографирование воздействия на природную среду при строительстве магистральных газопроводов / Газовая промышленность. 08/635/2009 (август 2009). С. 55–58.
5. Каргашин П. Е. Эколого-географическое картографирование при строительстве магистральных газопро-



водов // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. География, 2008. С. 13–18.

6. Каргашин П. Е., Новаковский Б. А., Прасолов С. В., Садов А. П. Геоинформационное обеспечение экологического мониторинга объектов транспортировки газа (на примере участка магистрального газопровода) // ИнтерКарто/ИнтерГИС 14: Устойчивое развитие территорий: теория ГИС и практический опыт : материалы междунар. конф.,

Саратов (Россия), Урумчи (Китай). Саратов, 2008. Т. 2. С. 74–79.

7. Жуков В. Т., Новаковский Б. А., Чумаченко А. Н. Компьютерное геоэкологическое картографирование. М., 1999. 128 с.

8. Берлянт А. М. Картографический метод исследования. М., 1988. 252 с.

УДК 911.3:312(470.44)

ТЕНДЕНЦИИ СОВРЕМЕННОЙ ТЕРРИТОРИАЛЬНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ СЕЛЬСКОГО НАСЕЛЕНИЯ САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

С. В. Уставщикова

Саратовский государственный университет,
кафедра экономической географии
E-mail: sveus1@yandex. ru

Проведенные исследования в расселении сельского населения, изменении людности поселений, особенностей миграции, внутриобластных различий демографической обстановки, учет социально-экономического состояния региона дают основания сделать вывод о неизбежности дальнейшего процесса изменения системы сельского расселения. Она будет выражаться в концентрации населения в средних и крупных поселениях и вблизи транспортных магистралей, развитие сельских агломераций; одновременно будет наблюдаться стабилизация количества сельских поселений, в частности, в результате возрождения (перезаселения) ранее исчезнувших поселений.

Ключевые слова: демографическая ситуация, расселение, сельская агломерация, миграция.

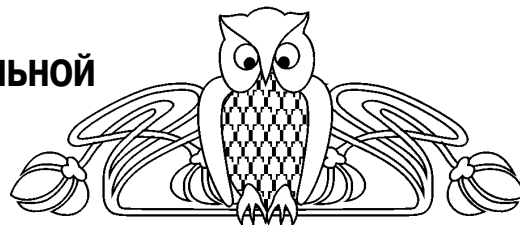
The Tendencies of the Modern Territorial Organization of the Rural Population in Saratov Region

S. V. Ustavshchikova

In the article we have analyzed resettlement of the rural population, the changes that had occurred in population size in the settlements in question, peculiarity of migration, and the demographic diversity within different regions. Based on the analysis the conclusion can be drawn that the system of the rural settlements is a subject of great change. According to the upcoming change the population will be concentrated in big settlements and along the thoroughfares. Rural conglomeration will face a considerable development. At the same time the number of rural settlements will stabilize also as a result of revival of the once disappeared.

Key words: demographic situation, resettlement, rural conglomeration, migration.

Расселение населения – основа территориальной организации общества. Сельское расселение – неотъемлемая часть расселения населения страны. Оно находится в постоянном развитии. Период с 1990-х гг. XX в., до конца первого десятилетия XXI века вместил в себя такие тенденции, которые сейчас уже принято называть «стрессовой



миграцией» в сельские поселения выходцев из стран СНГ (большинство из которых сейчас уже переехали в города), «рурализацией» населения и поселений (переводом городских поселений в сельские), реформирование сельскохозяйственно-производства, социальной сферы (здравоохранения, образования) села.

Настоящее исследование опирается на материалы переписей населения 1989, 2002 годов и, за неимением данных переписи 2010, на информацию по сельским поселениям за 2007–2009 гг., предоставленную администрацией районов для проведения географическим факультетом СГУ блока работ «Схемы территориального планирования муниципальных районов Саратовской области». Использовались также материалы социологических опросов сельского населения и экспертных оценок, текущая статистическая информация. Был проведен анализ сложившейся геодемографической ситуации в области за 1989–2010 гг., всех ее составляющих: естественного и механического прироста, половозрастной и национальной структур населения.

Анализ динамики численности населения и его составляющих (естественного и миграционного движения) проводился с 1989 по 2009 гг. В начале XXI в. уже изменились направления и причины миграций (экономические факторы стали вновь преобладающими), наметились тенденции сокращения смертности и увеличения рождаемости как по стране в целом, так и по Саратовской области. Тем не менее численность населения региона сократилась за эти годы на 111,6 тыс. человек. Причем городское население уменьшилось на 81,6 тыс., сельское – на 30,0 тыс. человек [1]. Если учесть административные преобразования, которые происходили в 8 районах области в конце 90-х гг. (в 5 районах более 26 тыс. человек стали сельскими жителями, в 3 – около 10 тыс. – городскими), то можно считать, что сельское население сократилось на 43–45 тыс. Сокращение городского населения на 87% происходит за счет областного