

## БЕЗОПАСНОСТЬ СТРОИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ. ГЕОЭКОЛОГИЯ

УДК 621.643:502

С.Г. Абрамян, А.Д. Потапов\*

ФГБОУ ВПО «ВолгГАСУ», \*ФГБОУ ВПО «МГСУ»

### ОБОСНОВАНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНОЙ ТЕХНОЛОГИИ РЕКОНСТРУКЦИИ МАГИСТРАЛЬНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ

Предложено экологическое обоснование пространственно-временной структуры технологических процессов реконструкции и капитального ремонта магистральных трубопроводов. Определена цель каждого этапа ремонтно-реконструктивных работ в соответствии с определенной стадией жизненного цикла магистрального трубопровода — проектирования и реконструкции (капитального ремонта). Выбор экологически безопасной технологии опирается на исчерпывающую информацию, получаемую с помощью ГИС-технологий.

**Ключевые слова:** магистральный трубопровод, реконструкция, проектирование, капитальный ремонт, обоснование технологии, вредные выбросы, экология, природно-техногенные системы, ГИС-технологии.

На современном этапе существует немало технологий реконструкции и капитального ремонта линейной части магистральных трубопроводов (ЛЧМТ). Подобное разнообразие связано со специфическими особенностями магистральных трубопроводов (МТ): протяженность от нескольких сот до нескольких тысяч километров, прокладка в сложных природно-климатических условиях с применением различных конструктивных схем и сложных технологий сооружения. С учетом этих особенностей согласно Правилам производства работ<sup>1</sup> существуют следующие технологические особенности капитального ремонта магистральных газопроводов:

1) *с заменой труб*. Осуществляется путем укладки в единую траншею вновь прокладываемого трубопровода рядом с заменяемым с последующим демонтажем последнего; укладки в отдельную траншею вновь прокладываемого трубопровода с последующим вскрытием и демонтажем заменяемого трубопровода; демонтажа заменяемого трубопровода и укладки вновь прокладываемого в существующую или вновь разрабатываемую траншею;

2) *с заменой изоляционного покрытия и восстановлением несущей способности стенки трубы*. Производится подъем трубопровода и укладкой его на лежки на бровке траншеи; подъемом трубопровода и укладкой его на лежки, на дне траншеи; подъемом не вскрытого или частично вскрытого трубопровода и укладкой его на лежки на бровке траншеи;

<sup>1</sup> СТО Газпром 2-2.3-231—2008. Правила производства работ при капитальном ремонте линейной части магистральных газопроводов ОАО «Газпром». М., 2008. 48 с.

3) с заменой изоляционного покрытия. Осуществляется подъемом трубопровода и укладкой его на бровке траншеи; подъемом трубопровода в траншее; подъемом не вскрытого или частично вскрытого трубопровода и укладкой его на бровке траншеи.

В зависимости от того, во сколько этапов выполняются работы, и какой вариант капитального ремонта принимается для конкретного участка МТ, количество технологических процессов изменяется от 12 до 19. В научной литературе очень часто поднимаются вопросы, связанные с проблемами экологического обоснования проектирования МТ. Например, в [1] подчеркивается особое значение требований по экологическому обоснованию проектируемых линейно-протяженных объектов. В [2] рассматриваются вопросы взаимосвязи экологической безопасности строительства и геоэкологического обоснования природно-техногенных систем (ПТС). При этом рекомендуется критерии экологически безопасной технической системы и безопасного технологического процесса оценивать не только количественно, но и качественно. Модель подобной оценки предлагается в данной работе.

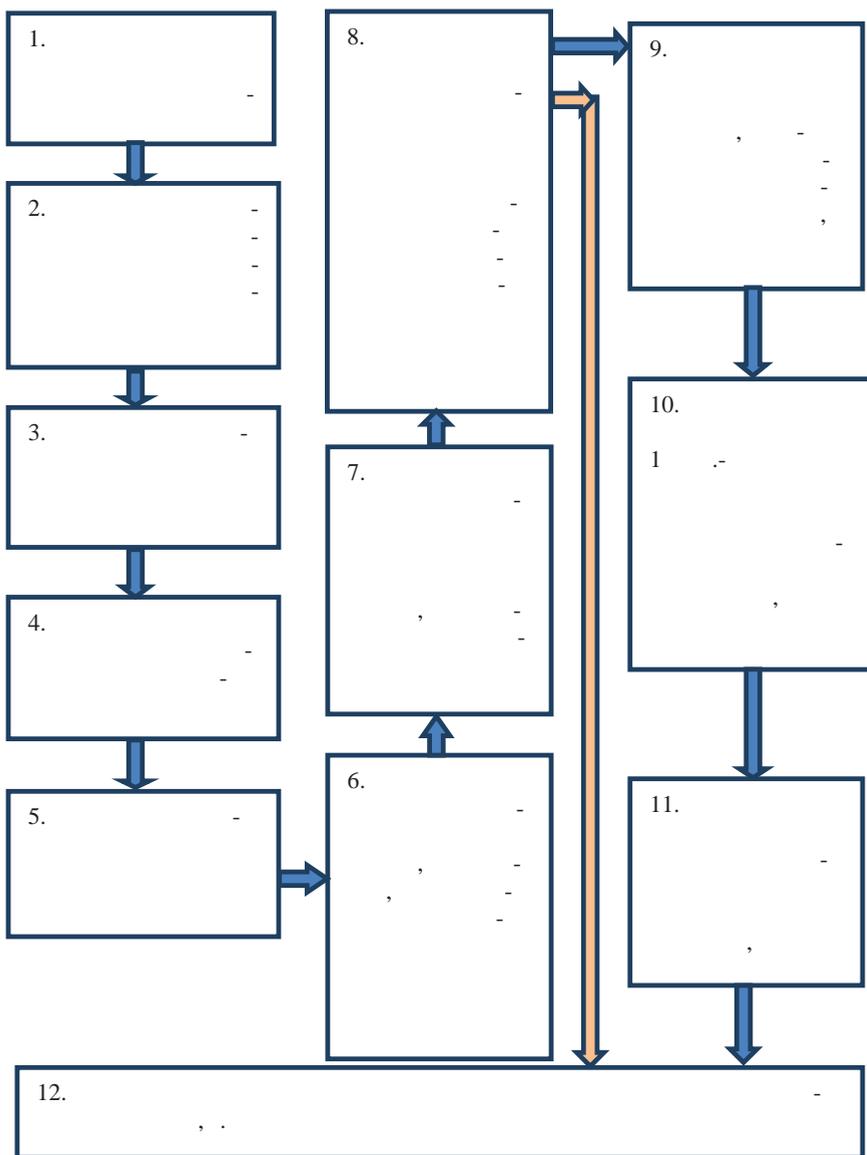
Разработка различных методологий и методик физического и математического моделирования безопасных или экологических производств, влияния антропогенных и техногенных факторов на экосистемы, в т.ч. и ПТС, стала приоритетным направлением обеспечения экологической безопасности зданий и сооружений [3, 4].

Экологозащитные технологии, выбор наиболее оптимальной, его обоснование рассматриваются также в научных исследованиях зарубежных специалистов [5—7].

Выбор экологически безопасной технологии с учетом применяемых машин, механизмов и оборудования, их количества, физических параметров, состояния расчетного ресурса, природных и климатических условий является сложным процессом. Нужно найти такую технологию в конкретной местности, в которой две экосистемы — МТ и сама природа — будут иметь минимальное воздействие друг на друга. Должно происходить ослабление отрицательного влияния природных компонентов на надежность МТ и наоборот — МТ на экологическую безопасность природы.

Для этого необходима разработка методик экологического обоснования и оценки как конкретных технологических процессов, так и ремонтно-строительных процессов в целом. По этой причине изучение техники, технологии и организации строительного производства в экологическом аспекте, как и результатов этого производства, является крайне необходимым.

Авторами предлагается трехэтапное проектирование выполнения работ по обоснованию экологически безопасной технологии реконструкции и капитального ремонта МТ. Цель первого этапа — определение средних удельных выбросов загрязняющих веществ в атмосферу при работе машин и механизмов. Алгоритм разработки первого этапа приведен на рисунке. Существуют две методики определения выбросов загрязняющих веществ: упрощенная (блоки 1→8, 12), согласно которой выбросы определяются в зависимости от мощности применяемых машин и механизмов. По второй методике (блоки 1→12) загрязняющие атмосферу вещества определяются в зависимости от расхода топлива (рис.).



Алгоритм определения средних удельных выбросов загрязняющих веществ атмосферы на первом этапе обоснования экологически безопасной технологии реконструкции МТ

Для того, чтобы ввести контроль экологических последствий производства и разрешать возникающие проблемы необходима прежде всего исчерпывающая информация о тех результатах производственной деятельности, которые отрицательно сказываются на окружающей среде. Применительно к области строительного производства, это значит уметь предвидеть нежелательные побочные последствия во всех видах строительных технологических процессов, оценить интенсивность их воздействия на природную среду и точно обозначить технические возможности, которые позволяют сократить нежелательные последствия.

Поэтому на втором этапе выполняются работы по проектированию линейных объектных ремонтно-строительных потоков. Составляется циклограмма выполнения работ или календарный план с привязкой рабочих дней и пикетов к конкретной местности. При совмещении частных потоков получается максимальное количество работающих машин на конкретном промежутке времени. Оно определяется при разработке графика движения машин и механизмов. Когда циклограмма привязывается к конкретным географическим точкам местности, где проводят реконструкцию или капитальный ремонт ЛЧМТ, и к ней накладывается график движения машин и механизмов, то получается полная картина наиболее уязвимой с точки зрения экологической безопасности географической местности. Вычисляются объемы выбросов загрязняющих веществ именно для критических дней, когда интенсивно работает максимальное количество машин и механизмов, и сравниваются с ПДК.

Понятно, что МТ представляют собой крупные по масштабам и территориально рассредоточенные объекты строительного производства. Они образуют наряду с другими факторами техногенную экосистему, которая изменяется под воздействием строительных технологических процессов, создающих кроме целевого продукта также механизмы разрушения биосферы. Вторжение в природную среду происходит настолько агрессивно, природные ресурсы расходуются в таких масштабах, что это приводит к существенному изменению процессов во всех элементах природной среды.

К сожалению, до настоящего времени мониторинг качества окружающей природной среды не производится надлежащим образом, динамика и эволюция экосистем не отслеживаются на должном уровне. В связи с этим оценка и принятие решений по моделированию природных систем и экологических прогнозов является очень затруднительным процессом. Поэтому задача третьего этапа моделирования обоснования экологически безопасной технологии реконструкции МТ состоит в предотвращении или снижении интенсивности разрушающих воздействий на окружающую природную систему. На данном этапе нельзя обойтись без ГИС-технологий. Имея карты местности с указанием животного и растительного мира, информацию, полученную с помощью GPS-систем о миграции животных, можно снизить выбросы загрязняющих веществ за счет экологической оптимизации организационно-технологических решений производства работ.

Ранее авторами были рассмотрены концепция создания экологического мониторинга с применением ГИС-технологий [8] и вопросы экологического обеспечения линейных объектных ремонтно-строительных потоков при реконструкции и капитальном ремонте МТ [9, 10]. Указанные исследования и разработки, приведенные в [11—14], стали фундаментальной основой данного многоэтапного обоснования экологически безопасной технологии производства строительно-монтажных работ.

Отметим, что зная построение физико-геологических моделей строения земной коры по опорным профилям [15], предлагаемое авторами данной работы, трехэтапное обоснование экологически безопасной технологии реконструкции МТ может стать основой разработки компьютерного моделирования экологической ситуации для любой местности, где производят реконструкцию или капитальный ремонт ЛЧМТ.

Необходимо помнить, что цель экологизации технологических процессов, ресурсосберегающих и природоохранных мероприятий — повышение жизненного уровня людей, создание максимальной комфортности среды их обитания с учетом потенциальных возможностей страны, мировых достижений в области развития науки и техники, форм территориальной организации производств, уровня социальной, производственной и рыночной инфраструктур.

### Библиографический список

1. Ланцова И.В., Котлярский С.А., Тулякова Г.В. Проблемы разработки экологического обоснования проектирования магистральных трубопроводов // Экологические системы и приборы. 2008. № 7. С. 34—39.
2. Графкина М.В. Модель оценки геоэкологической безопасности создаваемых природно-технических систем // Вестник МГСУ. 2008. № 4. С. 139—143.
3. Прошин И.А., Сюлин П.В. Методика научных исследований экосистем // Экологические системы и приборы. 2013. № 12. С. 26—32.
4. Большеротов А.Л. Методологические подходы и интерпретация математических моделей оценки экологической безопасности строительства // Вестник МГСУ. 2011. № 1. Т. 1. С. 39—44.
5. Oil and Gas. Pipelines Social and Environmental Impact Assessment: State of the Art / comp. and edit. by Robert Goodland. Режим доступа: <http://coecoeceiba.org/wp-content/subidas/2009/11/pub76.pdf>. Дата обращения: 17.03.2014.
6. Hopkins Phil. Comprehensive structural integrity. Vol. 1. The Structural Integrity of Oil And Gas Transmission Pipelines. Penspen Ltd., UK, May 2002. Режим доступа: <http://www.penspen.com/downloads/papers/documents/thestructuralintegrityofoilandgastransmissionpipelines.pdf>. Дата обращения: 24.02.2014.
7. Salah Ahmad M., Atwood Denis. ONE Route Good Enough? Using ArcGIS Network Analyst in pipeline alignment optimization // ArcUser. 2010. Vol. 14. No. 2. Режим доступа: <http://www.esri.com/news/arcuser/0410/pipeline.html>. Дата обращения: 24.02.2014.
8. Потапов А.Д., Абрамян С.Г., Савеня С.Н. Концепция безопасной эксплуатации трубопроводных систем (экологический аспект) // Вестник МГСУ. 2009. Спецвып. 2. С. 102—107.
9. Абрамян С.Г. Экологическое обеспечение строительства линейно-протяженных сооружений // Вестник МГСУ. 2009. № 3. С. 114—119.
10. Абрамян С.Г., Потапов А.Д. Экологизация линейных объектных ремонтно-строительных потоков при реконструкции линейно-протяженных объектов // Вестник МГСУ. 2009. № 4. С. 9—13.
11. Defina John, Maitin Izak, Gray Arnold L. New Jersey Uses GIS To Collect Site Remediation Data // ArcUser. April—June 1998. Режим доступа: <http://www.esri.com/news/arcuser/arcuser498/newjersey.html>. Дата обращения: 24.02.2014.
12. Xiong Jian, Su Lanqian, Zhang Zhenyong. The estimation of pipeline routes workload base on GIS technology. Режим доступа: [http://www.kgu.or.kr/download.php?tb=bbs\\_017&fn=wgcfinal00166.pdf&rn=wgcfinal00166.pdf](http://www.kgu.or.kr/download.php?tb=bbs_017&fn=wgcfinal00166.pdf&rn=wgcfinal00166.pdf).
13. Идрисов И.Р., Миняйло И.В., Рацен С.И. Экологизация реконструкции магистральных нефтепроводов // Вестник Тюменского государственного университета. 1999. Вып. 3. С. 63—72.
14. Мамин Р.Г., Черепанова Е.В., Назамов И.М. Эколого-экономические механизмы природопользования в городах России и возможности применения ГИС-технологий // Экономика природопользования. 2008. № 3. С. 33—40.

15. *Галуев В.И.* Технология построения физико-геологических моделей земной коры по региональным профилям // *Геоинформатика*. 2008. № 1. С. 1—12. Режим доступа: [http://www.geosys.ru/images/articles/Galuev\\_1\\_2008.pdf](http://www.geosys.ru/images/articles/Galuev_1_2008.pdf). Дата обращения: 26.05.2014.

*Поступила в редакцию в апреле 2014 г.*

Об авторах: **Абрамян Сусанна Грантовна** — кандидат технических наук, доцент, профессор кафедры технологии строительного производства, **Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет (ФГБОУ ВПО «ВолгГАСУ»)**, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, д. 1, 8 (8442) 96-99-58, [susannagrانت@mail.ru](mailto:susannagrانت@mail.ru);

**Потапов Александр Дмитриевич** — доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой инженерной геологии и геоэкологии, **Московский государственный строительный университет (ФГБОУ ВПО «МГСУ»)**, 129337, г. Москва, Ярославское шоссе, д. 26, [um-potapov@mail.ru](mailto:um-potapov@mail.ru).

Для цитирования: *Абрамян С.Г., Потапов А.Д.* Обоснование экологически безопасной технологии реконструкции магистральных трубопроводов // *Вестник МГСУ*. 2014. № 8. С. 91—97.

**S.G. Abramyan, A.D. Potapov**

#### **SUBSTANTIATION OF ECOLOGICALLY SAFE RECONSTRUCTION TECHNOLOGY FOR TRUNK PIPELINES**

On the modern stage of reconstruction and major repairs of linear parts of main pipelines lots of technologies exist. In scientific literature authors often raise questions on ecological justification of major pipelines design. Choosing ecologically safe technology taking into account the machines, mechanisms and equipment used, their quantity, physical parameters, designed life state, nature and climatic conditions is a complicated process.

In the article the stages of ecological justification of technological processes are considered in case of reconstruction and overhaul of the main pipelines. Each stage has its purpose, which corresponds to a certain stage of life cycle of the main pipeline: design and reconstruction (capital repairs). The choice of ecologically safe technology is based on exhaustive information, which is acquired by means of application of GIS-technologies.

**Key words:** main pipeline, reconstruction, design, capital repairs, technology justification, polluting emissions, overhaul, ecology, natural-technological systems, GIS-technologies.

#### **References**

1. Lantsova I.V., Kotlyarskiy S.A., Tulyakova G.V. Problemy razrabotki ekologicheskogo obosnovaniya proektirovaniya magistral'nykh truboprovodov [Development Problems of Ecological Justification for Major Pipelines Design]. *Ekologicheskije sistemy i pribory* [Ecological Systems and Devices]. 2008, no. 7, pp. 34—39.
2. Grafkina M.V. Model' otsenki geoeologicheskoy bezopasnosti sozdavaemykh prirodno-tekhnologicheskikh system [Estimation Model of Geoecological Safety of Nature-Technological Systems]. *Vestnik MGSU* [Proceedings of Moscow State University of Civil Engineering]. 2008, no. 4, pp. 39—141.
3. Proshin I.A., Syulin P.V. Metodika nauchnykh issledovaniy ekosistem [Methods of Scientific Investigations of Ecosystems]. *Ekologicheskije sistemy i pribory* [Ecological Systems and Devices]. 2013, no. 12, pp. 26—32.
4. Bof'sherotov A.L. Metodologicheskije podkhody i interpretatsiya matematicheskikh model'ey otsenki ekologicheskoy bezopasnosti stroitel'stva [Methodological Approaches and Math-

emational Models Interpretation of Ecological Safety Estimation in Construction]. *Vestnik MGSU* [Proceedings of Moscow State University of Civil Engineering]. 2011, no. 1, vol. 1, pp. 39—44.

5. Goodland Robert, editor. Oil and Gas. Pipelines Social and Environmental Impact Assessment: State of the Art. Available at: <http://coecoceiba.org/wp-content/subidas/2009/11/pub76.pdf>. Date of access: 17.03.2014.

6. Hopkins Phil. Comprehensive Structural Integrity. Vol. 1. The Structural Integrity of Oil and Gas Transmission Pipelines. Penspen Ltd., UK, May 2002. Available at: <http://www.penspen.com/downloads/papers/documents/thestructuralintegrityofoilandgastransmission-pipelines.pdf>. Date of access: 24.02.2014.

7. Salah Ahmad M., Atwood Denis. ONE Route Good Enough? Using ArcGIS Network Analyst in Pipeline Alignment Optimization. *ArcUser*, 2010. Vol. 14, no. 2. Available at: <http://www.esri.com/news/arcuser/0410/pipeline.html>. Date of access: 24.02.2014.

8. Potapov A.D., Abramyan S.G., Savenya S.N. Kontseptsiya bezopasnoy ekspluatatsii truboprovodnykh sistem (ekologicheskii aspekt) [Safety Operation Concept of Pipeline Systems]. *Vestnik MGSU* [Proceedings of Moscow State University of Civil Engineering]. 2009, no. 2, pp. 102—107.

9. Abramyan S.G. Ekologicheskoe obespechenie stroitel'stva lineyno-protiyazhennykh sooruzheniy [Ecological Support of Linear Extended Structures Construction]. *Vestnik MGSU* [Proceedings of Moscow State University of Civil Engineering]. 2009, no. 3, pp. 114—119.

10. Abramyan S.G., Potapov A.D. Ekologizatsiya lineynykh ob"ektnykh remontno-stroitel'nykh potokov pri rekonstruktsii lineyno-protiyazhennykh ob"ektov [Ecologization of Linear Facility Repair and Construction Flows in the Process of Linear Extended Objects' Reconstruction]. *Vestnik MGSU* [Proceedings of Moscow State University of Civil Engineering]. 2009, no. 4, pp. 9—13.

11. Defina John, Maitin Izak, Gray Arnold L. New Jersey Uses GIS To Collect Site Remediation Data. April-June 1998, *ArcUser*. Available at: [http://www.esri.com/news/arcuser/arcuser\\_4.98/newjersey.html](http://www.esri.com/news/arcuser/arcuser_4.98/newjersey.html). Date of access: 24.02.2014.

12. Xiong Jian, Su Lanqian, Zhang Zhenyong. The Estimation of Pipeline Routes Workload Base on GIS Technology. Available at: [http://www.kgu.or.kr/download.php?tb=bbs\\_017&fn=wgcfinal00166.pdf&rn=wgcfinal00166.pdf](http://www.kgu.or.kr/download.php?tb=bbs_017&fn=wgcfinal00166.pdf&rn=wgcfinal00166.pdf).

13. Idrisov I.R., Minyaylo I.V., Ratsen S.I. Ekologizatsiya rekonstruktsii magistral'nykh nefteprovodov [Ecologization of Main Pipelines Reconstruction]. *Vestnik TyumGU* [Proceedings of Tyumen State University]. 1999, Issue 3, pp. 63—72.

14. Mamin R.G., Cherepanova E.V., Nazamov I.M. Ekologo-ekonomicheskie mekhanizmy prirodopol'zovaniya v gorodakh Rossii i vozmozhnosti primeneniya GIS-tehnologii [Ecological and Economical Mechanisms of Environmental Management in Russian Cities and the Possibility of GIS-technologies Application]. *Ekonomika prirodopol'zovaniya* [Environmental Management Economy]. 2008, no. 3, pp. 33—40.

15. Galuev V.I. Tekhnologiya postroeniya fiziko-geologicheskikh modeley zemnoy kory po regional'nym profilyam [Development of Physical and Geological Models of Earth Crust according to Regional Lines]. *Geoinformatika* [Geomatics]. 2008, no. 1, pp. 1—12. Available at: [http://www.geosys.ru/images/articles/Galuev\\_1\\_2008.pdf](http://www.geosys.ru/images/articles/Galuev_1_2008.pdf). Date of access: 26.05.2014.

About the authors: **Abramyan Susanna Grantovna** — Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Department of Construction Technologies, **Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering (VSUACE)**, 1 Akademicheskaya, Volgograd, 400074, Russian Federation; [susannagrانت@mail.ru](mailto:susannagrانت@mail.ru); +7 (8442) 96-99-58;

**Potapov Aleksandr Dmitrievich** — Doctor of Technical Sciences, Professor, chair, Department of Engineering Geology and Geoecology, **Moscow State University of Civil Engineering (MGSU)**, 26 Yaroslavskoe shosse, Moscow, 129337, Russian Federation; [umopotapov@mail.ru](mailto:umopotapov@mail.ru).

For citation: Abramyan S.G., Potapov A.D. Obosnovanie ekologicheskii bezopasnoy tekhnologii rekonstruktsii magistral'nykh truboprovodov [Substantiation of Ecologically Safe Reconstruction Technology for Trunk Pipelines]. *Vestnik MGSU* [Proceedings of Moscow State University of Civil Engineering]. 2014, no. 8, pp. 91—97.