

Оригинальная статья / Original article
УДК 504.06
DOI: 10.18470/1992-1098-2019-4-98-110

Геозкологический анализ влияния трубопроводного транспорта на окружающую среду транзитных регионов

Лидия А. Межова¹, Александр М. Луговской² , Юрий Н. Гладкий³, Александра Б. Глазьева⁴,
Ольга Ю. Сушкова⁵, Людмила Б. Вампилова⁶, Александра А. Соколова⁷, Людмила А. Луговская⁸

¹ФГБОУ ВО «Воронежский государственный педагогический университет», Воронеж, Россия

²ФГБОУ ВО «Московский государственный университет геодезии и картографии» (МИИГАиК), Москва, Россия

³Российский государственный педагогический университет им. А.И. Герцена, Санкт-Петербург, Россия

⁴Департамент образования, науки и молодежной политики Воронежской области, Воронеж, Россия

⁵ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет», Воронеж, Россия

⁶ГАОУ ВО «Ленинградский государственный университет имени А.С. Пушкина», Санкт-Петербург, Россия

⁷Ресурсный центр дополнительного образования Санкт-Петербурга, Дворец творчества детей и молодежи Колпинского района, Санкт-Петербург, Россия

⁸Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина, Воронеж, Россия

Контактное лицо

Александр М. Луговской, доктор географических наук, профессор кафедры географии Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный университет геодезии и картографии» (МИИГАиК); 105064 Россия, г. Москва, Гороховский пер., 4.
Тел. +79645624063
Email alug1961@yandex.ru
ORCID <https://orcid.org/0000-0002-3985-4535>

Формат цитирования: Межова Л.А., Луговской А.М., Гладкий Ю.Н., Глазьева А.Б., Сушкова О.Ю., Вампилова Л.Б., Соколова А.А., Луговская Л.А. Геозкологический анализ влияния трубопроводного транспорта на окружающую среду транзитных регионов // Юг России: экология, развитие. 2019. Т.14, N 4. С. 98-110. DOI: 10.18470/1992-1098-2019-4-98-110

Получена 7 мая 2019 г.

Прошла рецензирование 1 июля 2019 г.

Принята 15 июля 2019 г.

Резюме

Цель. Цель работы заключается в анализе техногенного воздействия трубопроводных транспортных систем на окружающую среду. К основным задачам исследования относятся определение типологии воздействия трубопроводных геосистем, оценка геозкологического риска для природных ландшафтов Воронежской области, разработка геозкологического картирования территории по степени влияния трубопроводного транспорта на окружающую среду.

Материал и методы. Для определения комплексной оценки влияния нефтегазоносного хозяйства разработана методика дробной дифференциации территории Воронежской области для районирования территории по степени экологического риска с использованием системы баллов и последующих расчетов.

Результаты. Представлена разработка геозкологического районирования риска влияния трубопроводной региональной системы на окружающую среду и картирование негативных природных процессов. Предлагается алгоритм методических статистических расчетов, включающих показатели регионального уровня риска, коэффициент негативных процессов в районе прохождения трубопроводного транспорта, степень экологичности трубопроводной системы и интегральный показатель риска влияния трубопроводного транспорта.

Заключение. Проведенные исследования позволили выявить геозкологическую ситуацию в зоне влияния трубопроводного транспорта на территории Воронежской области. Авторами разработана программа организации экологически безопасного трубопроводного транспорта, предложен алгоритм использования ГИС-технологий для оперативности анализа степени риска, а также расчет по восстановлению земель, нарушенных региональной трубопроводной системой и предложена программа по оптимизации эксплуатации региональной трубопроводной системы, включая социальные, экологические, экономические проблемы функционального режима регионального трубопроводного транспорта.

Ключевые слова

трубопроводный транспорт, транзит, регион, нефтегазоносная система, геозкологический риск природопользования, интегральный коэффициент риска, ландшафтно-экологическое районирование.

© 2019 Авторы. Юг России: экология, развитие. Это статья открытого доступа в соответствии с условиями Creative Commons Attribution License, которая разрешает использование, распространение и воспроизведение на любом носителе при условии правильного цитирования оригинальной работы.

Geo-ecological Analysis of the Effects of Pipeline Transport on the Environment of Transit Regions (Voronezh Region, Russia)

Lidiya A. Mezhova¹, Alexander M. Lugovskoy² , Yuriy N. Gladkiy³, Alexandra B. Glazyeva⁴, Olga Yu. Sushkova⁵, Lyudmila B. Vampilova⁶, Alexandra A. Sokolova⁷ and Lyudmila A. Lugovskaya⁸

¹Voronezh State Pedagogical University, Voronezh, Russia

²Moscow State University of Geodesy and Cartography, Moscow, Russia

³A.I. Herzen Russian State Pedagogical University, St. Petersburg, Russia

⁴Department of Education, Science and Youth Policy, Voronezh region, Voronezh, Russia

⁵Voronezh State University, Voronezh, Russia

⁶Puskin Leningrad State University, St. Petersburg, Russia

⁷St. Petersburg Resource Centre of Further Education, Palace of Creativity of Children and Youth of Kolpinsky District, St. Petersburg, Russia

⁸Air Force Military Educational Scientific Centre, Professor N.E. Zhukovsky & Y.A. Gagarin Air Force Academy, Voronezh, Russia

Principal contact

Alexander M. Lugovskoy, Moscow State University of Geodesy and Cartography; 4 Gorokhovskiy Lane, Moscow, 105064 Russia.

Tel. +74955827591

Email alug1961@yandex.ru

ORCID <https://orcid.org/0000-0002-3985-4535>

How to cite this article: Mezhova L.A., Lugovskoy A.M., Gladkiy Yu.N., Glazyeva A.B., Sushkova O.Yu., Vampilova L.B., Sokolova A.A., Lugovskaya L.A. Geo-ecological Analysis of the Effects of Pipeline Transport on the Environment of Transit Regions (Voronezh Region, Russia). *South of Russia: ecology, development*. 2019, vol. 14, no. 4, pp. 98-110. (In Russian) DOI: 10.18470/1992-1098-2019-4-98-110

Received 7 May 2019

Revised 1 July 2019

Accepted 15 July 2019

Abstract

Aim. To analyse the anthropogenic impacts of pipeline transport systems on the environment. The main objectives of the study include: determination of the typology of the impacts of pipeline geosystems, assessment of the geo-ecological risk for natural landscapes of the Voronezh Region and the development of geo-ecological mapping of the territory indicating the degrees of influence of pipeline transport on the environment.

Material and Methods. In order to comprehensively assess the influence of the oil and gas economy, a method of fractional differentiation of the Voronezh Region has been developed for identifying regional zones according to the degree of environmental risk using a points system and subsequent calculations.

Results. Geo-ecological zoning was developed of the risks of the impacts of the regional pipeline system on the environment together with the mapping of negative natural processes. An algorithm for methodical statistical calculation is proposed, including indicators of regional risk levels, the ratio of negative processes in the area of pipeline transportation, the degree of environmental friendliness of the pipeline system, and an integral indicator of the risks of influence of pipeline transport.

Conclusions. The research revealed the geo-ecological situation in areas influenced by pipeline transport in the Voronezh Region. The authors have developed a program for the organisation of environmentally safe pipeline transport and have proposed an algorithm for using GIS technologies for quick analysis of the degree of risk. The rehabilitation of land disturbed by the regional pipeline system has also been taken into account and a program proposed to optimize the functioning of the system in the context of the region's social, ecological and economic challenges.

Key Words

Pipeline transport, transit, region, oil and gas system, management of geo-environmental risks, integral risk coefficient, landscape-ecological zoning.

ВВЕДЕНИЕ

Транспортная система многих российских регионов имеет в своём составе трубопроводный транспорт. Трубопроводный транспорт региона с развитой его инфраструктурой является одним из источников техногенного воздействия на окружающую среду. Он обладает обширной широтно-меридиональной зоной дислокации, что позволяет рассматривать эти объекты в органической связи с окружающей средой. Государственная политика России в сфере развития транспортной инфраструктуры предполагает дальнейшее развитие трубопроводного транспорта [1]. История эксплуатации в России трубопроводного транспорта характеризуется рядом крупных техногенных аварий. Крупнейшая из которых – железнодорожная катастрофа 1989 года на территории Республики Башкортостан, повлёкшая гибель более пятисот человек, причиной которой являлась утечка углеводородов на магистральном трубопроводе. Геоэкологические аспекты функционирования трубопроводного транспорта рассматриваются в трудах учёных разных направлений:

- экологические последствия, возникающие в результате эксплуатации трубопроводов определены Гильмутдиновым Ш.К., Байбуровой М.М., Хуснуллиной Т.А. [2];

- эколого-правовые вопросы трубопроводного транспорта рассмотрены в работе Агафонова В.Б. [3];

- с экономической точки зрения трубопроводные системы изучены Мухсиновой Л.Х. и Ахметовой З.А. [4];

- эффективность трубопроводных систем в процессе использования энергетических ресурсов рассчитана в работах Китаева Д.В, Кузнецовой М.И. [5];

- проблемы безопасности трубопроводного транспорта обоснованы в работе Коновалова А.В., Быстрова А.В., Чурсина В.Ф. и Твердохлебова Н.В. [6];

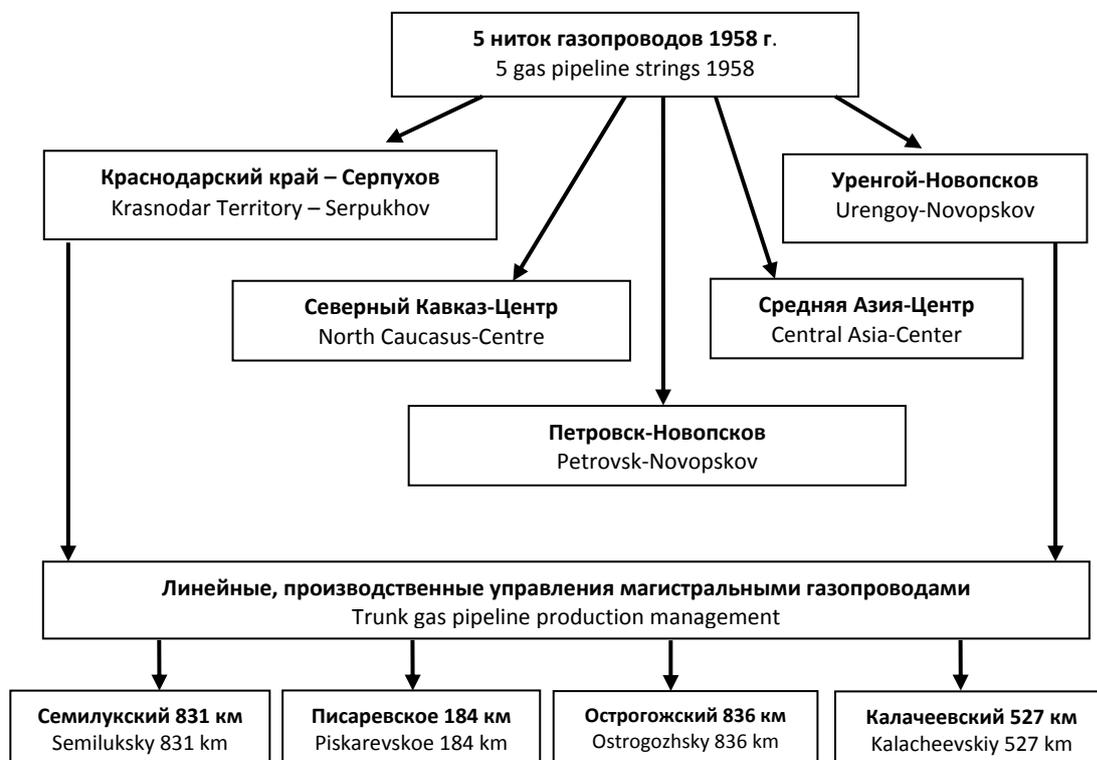
- инновационные и приоритетные направления эксплуатации трубопроводных систем разработаны в работе Бахтизина Р.Н., Мазитовой Ф.М., Быкова Л.И., Хасанова Р.Р. и Кунафина Р.Н. [7];

- современные направления мониторинга трубопроводных систем исследованы Аруном Сундарамом (Arum Sundaran), Кесаваном К. (Kesavan K.), Париваллом С. (Parivallal S.) [8];

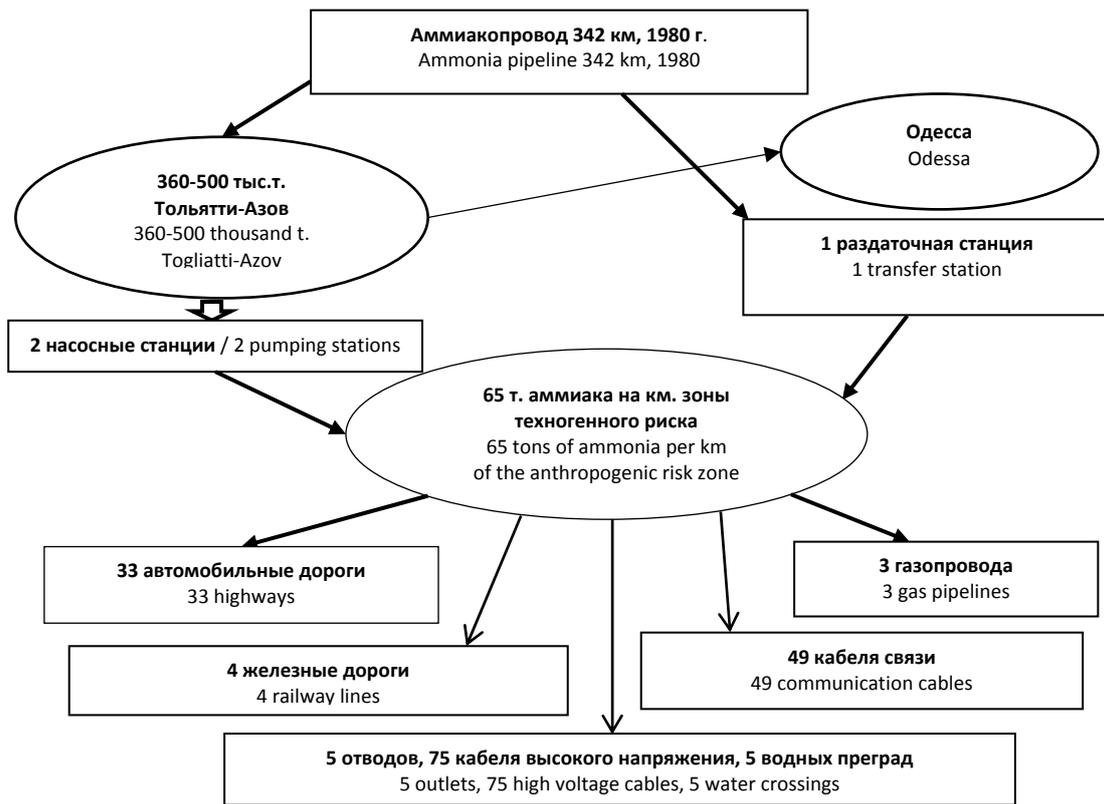
- аварийность региональных трубопроводных систем и степень их риска представлена в работе Баббико Р.А. (Babbico R.A.).

Рассматривая различные направления изучения трубопроводного транспорта, следует отметить необходимость комплексной оценки его влияния. В этой связи целью работы является изучение техногенного влияния трубопроводного транспорта на окружающую среду регионов, на примере Воронежской области.

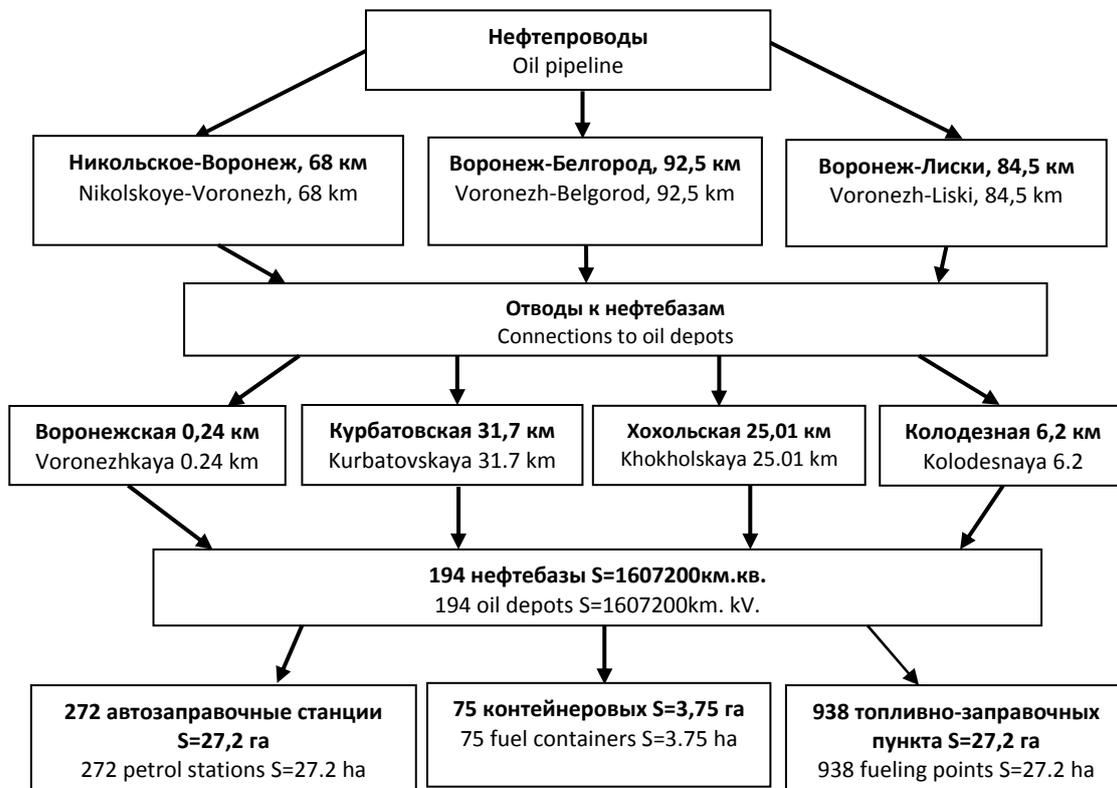
Трубопроводный транспорт региона рассматривается как сложная техническая система, объединенная общностью территории, спецификой природопользования. Трубопроводный транспорт отличает его большая протяженность и высокий класс опасности, а также он является зоной экологического риска для жизнедеятельности населения. В структуру трубопроводного транспорта входят нефтегазопроводы и аммиакопроводы. Кроме транспортной системы включены точечные объекты, такие как компрессорные станции, нефтебазы, автозаправочные станции. В настоящее время достаточно хорошо изучены проблемы деградации природной среды для районов добычи и эксплуатации нефтегазоносного сырья, но не исследованы территории транзитных регионов по которым проходят трубопроводы. Региональная трубопроводная система Воронежской области представлена на рисунке 1.



Блок газового хозяйства Воронежской области
Voronezh Region Gas Operations Block



Блок аммиачного хозяйства Воронежской области
Voronezh Region Ammonia Operations Block



Блок нефтяного хозяйства Воронежской области
Voronezh Region Oil Operations Block

Рисунок 1. Система трубопроводного транспорта Воронежской области
Figure 1. Voronezh Region pipeline transport system

По территории области протяженность газопроводного транспорта составляет более 5000 км. В систему газопроводного транспорта включено более 440 газораспределяющих пунктов, более 650 объектов хранения сжиженного газа и 20 газонакопительных пунктов. В систему нефтепроводного транспорта включено более 190 нефтебаз, более 300 автозаправочных станций и более 100 контейнерных АЗС. Техногенное воздействие трубопроводного транспорта может быть как прямым, так и косвенным, длительным и кратковременным, физическим, химическим, механическим. Тип воздействия трубопроводного транспорта можно оценить по степени его токсичности, по уровню воздействия, по длительности, периодичности и по радиусу воздействия. Трубопроводный транспорт включен в региональную систему природопользования и имеет сложную систему взаимодействий с окружающей средой. Хотя он занимает небольшие площади, но степень его риска высока.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Для определения комплексной оценки влияния трубопроводного транспорта разработана методика дробной дифференциации территории Воронежской области для районирования территории по степени экологического риска. С использованием картографических методов. В основу разработанных методов геоэкологического исследования трубопроводного транспорта положены, как компонентный, так и комплексный подходы. Нефть относят к канцерогенным загрязнителям окружающей среды. Токсичность нефтепроводов тесно взаимосвязана с фенольными соединениями и также летучими ароматическими углеводородами. В настоящее время мониторинг за функциональным режимом трубопроводного транспорта организован неэффективно. В этой связи предлагаемый подход позволяет определить основные принципы и методы анализа геоэкологической ситуации в зонах трубопроводного транспорта. Позволяет разработать определенную систему стратегии по быстрому принятию решений в условиях геоэкологического риска в зонах воздействия нефтегазовой системы, модель оценки регионального риска от трубопроводного транспорта. Риск представляет степень угрозы для жизнедеятельности населения и окружающей среды. Геоэкологическая модель оценки регионального риска от трубопроводной системы представлена на рисунке 2.

Для оценки комплексного воздействия трубопроводного транспорта на ландшафты Воронежской области используется методика дробной дифференциации территории с использованием бальной оценки. Территория области была разбита на квадраты, было выделено 43 квадрата, которые условно приняты за территориальные единицы. В работе была использована схема физико-географического районирования Ф.Н. Милькова, в пределах физико-географических районов оценивалась степень проявления техногенных факторов.

По расчетным данным составлена таблица-матрица, где по горизонтали показаны физико-географические районы, а по вертикали даны техногенные факторы. Значимость каждого показателя оценивалась на основе количественных данных, собранных по муниципальным районам и сгруппированы в

границах физико-географических районов. Степень проявления каждого фактора оценивалось по четырехбальной шкале, где 1 балл свидетельствовал о слабом проявлении, 2 балла – среднее, 3 балла – высокое и 0 баллов – отсутствие фактора. В каждом физико-географическом районе учитывались и негативные природные и техногенные процессы.

Факторы сгруппированы на неблагоприятные природные и антропогенные. Для каждого фактора рассчитан весовой коэффициент по формуле:

$$Kb = \frac{x_i}{\sum_{i=1}^8 x_i}, \quad (1)$$

где x_i – каждый фактор, $\sum_{i=1}^8 x_i$ – сумма 8 факторов, i от 1 до 8 – выбранные экологические факторы риска.

Затем определен интегральный показатель риска по формуле (показатель дается в квадрате, что усиливает весомость выбранного показателя):

$$Kb = \frac{x_i^2}{\sum_{i=1}^8 x_i} \quad (2)$$

Произвели суммирование интегральных показателей для каждого из 125 квадратов по формуле:

$$Kbz = \sum_{i=1}^8 \left(\frac{x_i^2}{\sum_{i=0}^8 k_i} \right), \quad (3)$$

т.е. был определен интегральный риск. Суммирование интегральных показателей переведено в бальную оценку.

Как показали расчетные показатели, диапазон суммарных величин баллов составил от 1 до 30. Далее этот ряд был разбит на 5 следующих градаций риска. Критическая степень риска – 30 баллов, высокая степень риска – 15 баллов, напряженный риск – 11-15 баллов, средняя степень риска – 1-5 баллов.

На всей территории области было выявлено 5 категорий территорий по интегральному фактору риска.

По предлагаемому подходу можно составлять и электронные карты, которые позволят оперативно вводить информацию и определять геоэкологическую ситуацию в регионе.

Территории с критической степенью риска приурочены к г. Воронежу, г. Острогжску. Это связано с концентрацией неблагоприятных природных, социальных факторов и сосредоточением разнообразных нефтегазовых элементов хозяйства.

Зона напряженного риска расположена на правобережье Дона и в районе Калачской возвышенности, а также в южных районах области. Здесь сосредоточены основные автомобильные и железнодорожные трассы, высокая плотность пересечения с элементами нефтегазового хозяйства, а также накладываются негативные природные геоморфологические процессы.

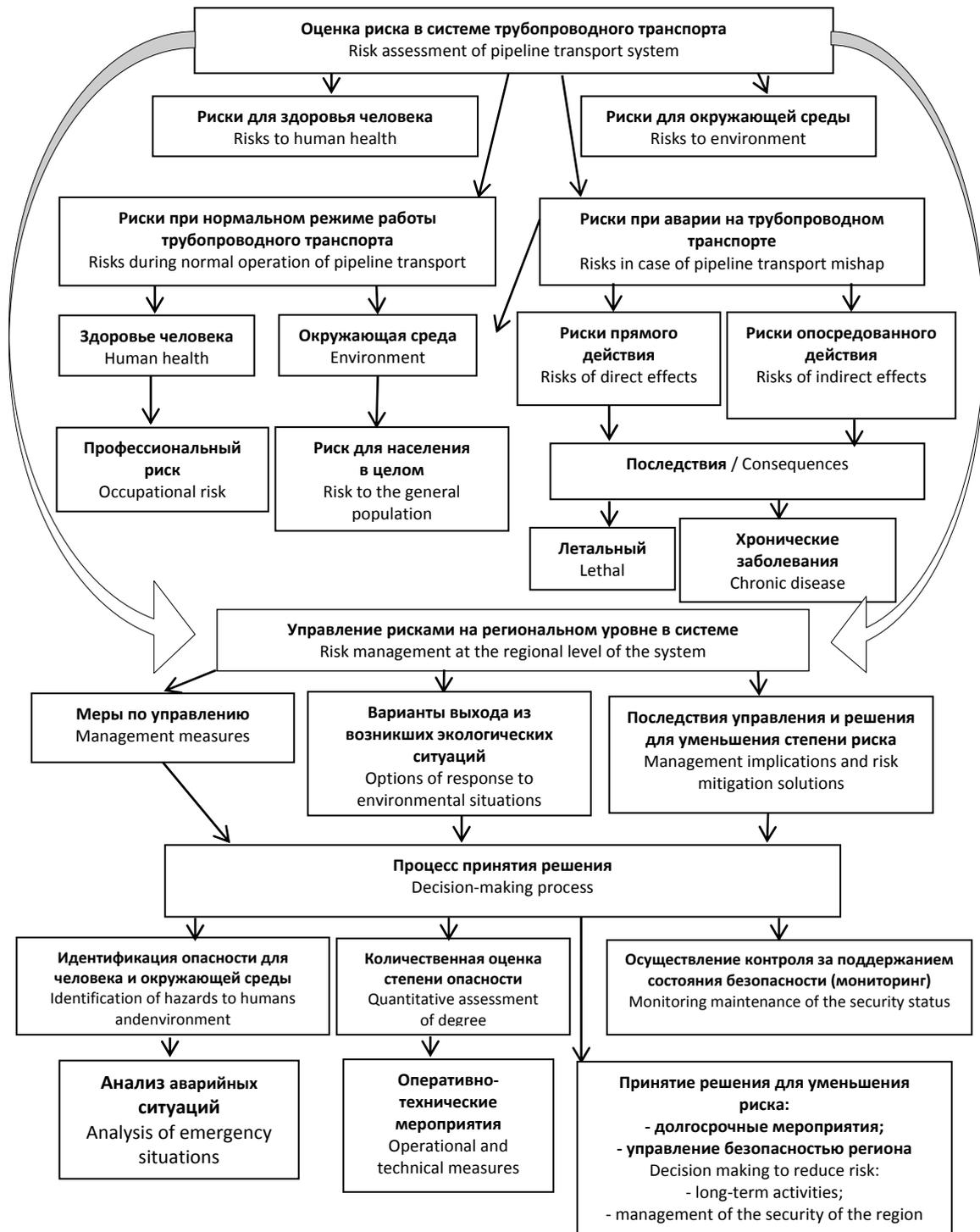


Рисунок 2. Модель оценки регионального риска в системе трубопроводного транспорта
Figure 2. Model assessment of regional risks in the pipeline transport system

Методика геоэкологического картирования негативных природно-антропогенных процессов, позволивших выявить зоны экологического риска при функционировании трубопроводного транспорта Воронежской области.

Региональный уровень риска можно рассчитать по формуле:

$$Kbz = \sum_{i=1}^8 \left(\frac{x_i^2}{\sum_{i=0}^8 k_i} \right) \quad (4)$$

где R – уровень риска; R₁ – вероятностная авария на трубопроводе с учетом опасных участков; R₂ – вероятность формирования полей концентрации веществ-

ного воздействия на людей и окружающую среду; R_3 – вероятность ущерба для людей.

Была проведена оценка геоэкологического состояния ландшафта Воронежской области, основанная на выявлении степени изменённости ландшафтов под влиянием трубопроводной системы.

Для анализа геоэкологического состояния ландшафтов в зоне влияния трубопроводного транспорта проводились наблюдения за природными процессами, такие как заболачивание (З), дефляция (Д), засоление (С). Для сравнения показателей различных местностей введен коэффициент фактической подверженности местности негативным процессам (K_s), который рассчитывается по отношению площади местности (S_m) к сумме площадей, подверженных негативным процессам данной местности (S_c, S_d, S_s):

$$K_s = \frac{S_m}{S_c + S_d + S_s} \quad (5)$$

По расчетным данным фактические значения коэффициента меняются от 0,52 до 5,02.

Экологичность трубопроводной системы можно оценить коэффициентом экологической комфортности $K_{эп}$, определяемого отношением:

$$K_{эп} = I_t / I_0 \quad (6)$$

где I_t, I_0 – соответственно интегральные оценки экологического состояния региона после и до техногенного воздействия, обусловленного строительством нефтегазотранспортной системы.

В процессе проведенных исследований выявлены в зонах незначительного воздействия трубопроводного транспорта, прилегающие территории имеют высокий саморегулирующий потенциал ландшафта. В зонах среднего воздействия выявлены элементы морфологической перестройки ландшафтов. При возникновении аварийных ситуаций разрушаются структурные элементы ландшафта и биогеохимический круговорот.

Для оценки степени комфортности среды суммируются взвешенные баллы по исследуемым параметрам.

Коэффициент ранговой корреляции рассчитывается по формуле:

$$r = \frac{1 - 6dxy^2}{n(n^2 - 1)} \quad (7)$$

где r – коэффициент корреляции; n – число рангов; dxy^2 – квадрат разности рангов.

Связь между заболеваемостью и состоянием окружающей среды определялась по формулам:

$$Y_1 = 890 + 125(X_1) + 8,51(X_2) + 20,8(X_3) - 2,5(X_4), \quad (8)$$

где: X_1 – парциальный ИЗА формальдегидом

$$(ИЗА_n = \left[\frac{Ccp(\phi)}{ПДК(\phi)} \right]^k, k = 1, 3),$$

X_2 – парциальный ИЗА пылью ($k = 1$); X_3 – балл общей техногенной нагрузки, параметрами которой являются: 1) наличие ж/д путей; 2) автотранспортная нагрузка; 3) промышленная нагрузка; X_4 – удаленность нефтегазозносных объектов.

$$Y_2 = -7,11 + 2,03(X_5) + 2,5(X_6) + 0,089(X_7); \quad (9)$$

$$X_5 - ИЗА, ИЗА = \sum_{i=1}^n ИЗА \quad (10)$$

$$X_6 - СППЗпочв СПЗ = \sum_{i=1}^n \frac{C_i}{ПДК_i}$$

При известном насыщении нефтегазотранспортной геотехнической системы точечными техногенными источниками может быть построена картосхема.

В расчетах исходных данных использовать выборочные характеристики, которые позволят более обоснованно сравнить показатели. В процессе анализа экспериментальных данных необходимо определить выборочную среднюю:

$$X = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n Nr \quad (11)$$

Выборочное среднее квадратическое отклонение результатов исследования рассчитывается по формуле:

$$S = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (N_1 - N_2)} \quad (12)$$

А в тех случаях, когда рассматривается изменение временных параметров, целесообразно рассчитывать размах выборки данных по формуле:

$$W = N \max - N \min \quad (13)$$

Биотестирование достаточно хорошо отражает состояние гидросистем. Нефтепродукты негативно воздействуют на гидробиоту. Нами использован коэффициент олиготрофности, который рассчитывается на основе отношения численности олиготрофов к евтрофам.

Предлагаемый геоэкологический подход представляет прогнозное оперативное моделирование и мониторинг в региональной системе трубопроводного транспорта.

ПОЛУЧЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В таблице 1 рассчитана корреляционная зависимость связи негативных природных и техногенных показателей с ландшафтно-экологическими районами. Выявлена теснота взаимосвязи для каждого физико-географического района, особенно с высокой плотностью населения, интенсивным транспортным потоком, с пересечением железнодорожного сектора.

В таблице по горизонтали показаны физико-географические районы (Physico-geographical regions are shown horizontally): Y_1 – Левобережный придолинно-террасовый типичной лесостепи (left bank valley-terraced typical wooded steppe), Y_2 – Центральный плоскоместный типичной лесостепи (central typical flat wooded steppe), Y_3 – Южно-Битюгско-Хоперской типичной лесостепи (South Bityugskiy – Khoperskiy typical wooded steppe), Y_4 – Средне-Хоперской придолинный типичной лесостепи (Middle Khoperskiy valley typical wooded steppe), Y_5 – Средне-Хоперской придолинно-южно-лесостепной (Middle Khoperskiy valley southern wooded steppe), Y_6 – Придонской меловой типичной лесостепи (Pridonskiy chalk typical wooded steppe), Y_7 – Калитвенский волнисто-балочный южно-лесостепной (Kalitvenskiy undulating-corrugated southern wooded steppe), Y_8 – Калачская овражно-балочная южно-лесостепной (Kalachskaya gully-corrugated southern

wooded steppe), У9 – Богучарская правобережная волнисто-балочная степь (Bogucharskaya [right bank] undulating-corrugated steppe), У10 – Южно-Калачский левобережный овражно-балочный степной (South Kalutsky [left bank] gully-corrugated steppe); а по вертикали 8 факторов (and vertically – 8 factors): степень эрозивной расчлененности (X1) (degree of erosion dissection (X1)), интенсивность транспортных потоков на автомобильных дорогах (X2) (intensity of road traffic flows (X2)), наличие железнодорожных путей (X3) (presence of railway lines (X3)), наличие подводных переходов для трубопроводов (X4) (presence of underwater pipelines cross-

ings (X4)), наличие негативных геоморфологических процессов (оползни, осыпи, карст, западины, засоление почвы) (X5) (presence of negative geomorphological processes (landslides, scree, karst, swales, soil salinisation (X5)), общий уровень техногенной нагрузки (количественные показатели наличия различной техногенной инфраструктуры) (X6) (total level of anthropogenic load (quantitative indicators of the presence of various anthropogenic infrastructures) (X6)), плотность населения (X7) (population density (X7)), показатели заболеваемости населения (X8) (population morbidity (X8)).

Таблица 1. Корреляционная зависимость связи показателей геоэкологического риска с ландшафтно-экологическими районами (по Ф.Н. Милькову)

Table 1. Correlation connection of indicators of geo-ecological risk related to landscape ecoregions (F.N. Milkov)

Природно-антропогенные факторы Natural and anthropogenic factors		Эколого-географические районы Воронежской области Ecological-geographical zones of Voronezh Region									
		У1	У2	У3	У4	У5	У6	У7	У8	У9	У10
1	X1	0,15	0,11	0,22	0,28	0,31	0,45	0,46	0,60	0,77	0,38
2	X2	0,70	0,76	0,51	0,73	0,41	0,33	0,69	0,71	0,58	0,49
3	X3	0,6	0,26	0,32	0,21	0,32	0,34	0,26	0,39	0,21	0,42
4	X4	0,31	0,38	0,36	0,42	0,45	0,47	0,38	0,55	0,60	0,78
5	X5	0,45	0,41	0,48	0,45	0,55	0,38	0,49	0,55	0,49	0,60
6	X6	0,55	0,31	0,29	0,54	0,32	0,72	0,78	0,70	0,48	0,84
7	X7	0,17	0,38	0,41	0,89	0,75	0,19	0,99	0,98	0,55	0,81
8	X8	0,22	0,48	0,85	0,48	0,35	0,62	0,70	0,81	0,91	0,72

Геоэкологическое воздействие трубопроводного транспорта тесно взаимосвязано с технологическими характеристиками, такими как рабочее давление в трубопроводе, содержание канцерогенных веществ, диаметр трубопровода, природные условия. По территории

области трубопроводы по местоположению делят на надземные, подземные, надводные и надводные.

Проведена оценка комфортности функционирования нефтегазового хозяйства в различных физико-географических районах области, данные представлены в таблице 2.

Таблица 2. Оценка комфортности функционирования трубопроводного транспорта

Table 2. Evaluation of comfort level of functioning of pipeline transport

Название физико-географических районов Physico-geographical areas	У ₁	У ₂	У ₃	У ₄	У ₅	У ₆	У ₇	У ₈	У ₉	У ₁₀
К комфортности Comfort	0,1	0,2	0,1	0,3	0,8	0,4	0,3	0,2	0,2	0,1
Оценка степени благоприятности Evaluation of degree of environmental friendliness	Неуд. Unsatisfactory	Неуд. Unsatisfactory	Неуд. Unsatisfactory	Удовл. Satisfactory	Хор. Good	Удовл. Satisfactory	Удовл. Satisfactory	Неуд. Unsatisfactory	Неуд. Unsatisfactory	Неуд. Unsatisfactory

Региональная трубопроводная система является опасным химическим объектом, даже при нормальном функциональном режиме происходит рассеивание газа, под крупными нефтебазами формируются подземные нефтяные линзы, которые загрязняют компоненты природной среды. В структуре выбросов газоконденсаторных станций более 53% составляют оксиды углерода, 24% – оксиды азота, 22,5% – метан. Все это повышает класс опасности трубопроводного транспорта.

Оценка экологического контроля и мониторинга определила нарушение основных правил содержания в

охранных зонах магистральных трубопроводов. Усредненные данные экологических нарушений представлены на диаграммах 3 и 4.

Выявленные факты нарушения правил безопасности эксплуатации магистральных трубопроводов усиливают степень их экологического риска.

Нами была разработана программа, обеспечивающая региональную безопасность трубопроводного транспорта, и основные её направления отражены на рисунке 5.

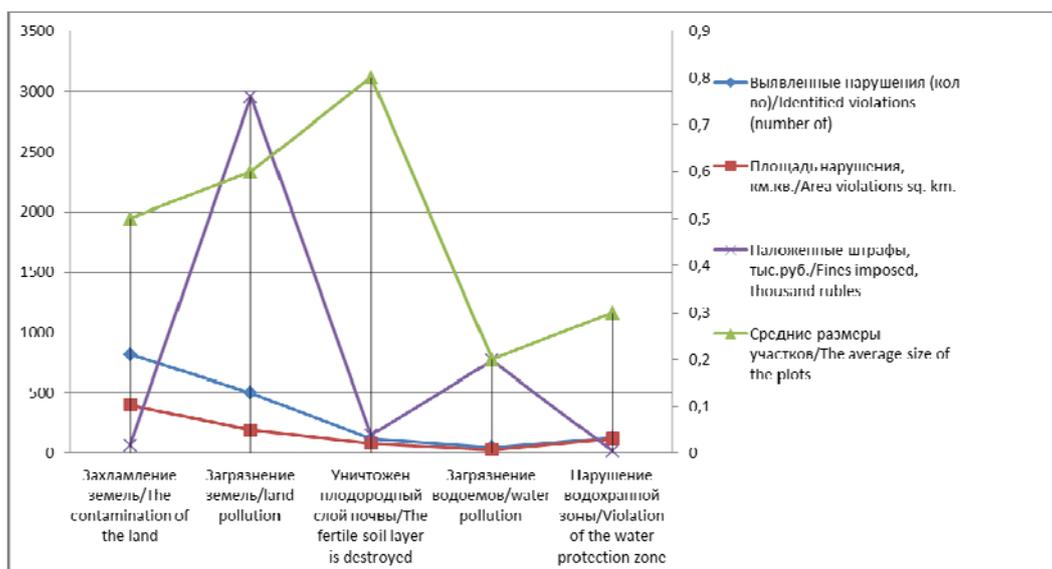


Рисунок 3. Усредненные данные об экологических нарушениях земельного законодательства в системе трубопроводного транспорта

Figure 3. Average data on environmental violations of land legislation in the pipeline transport system

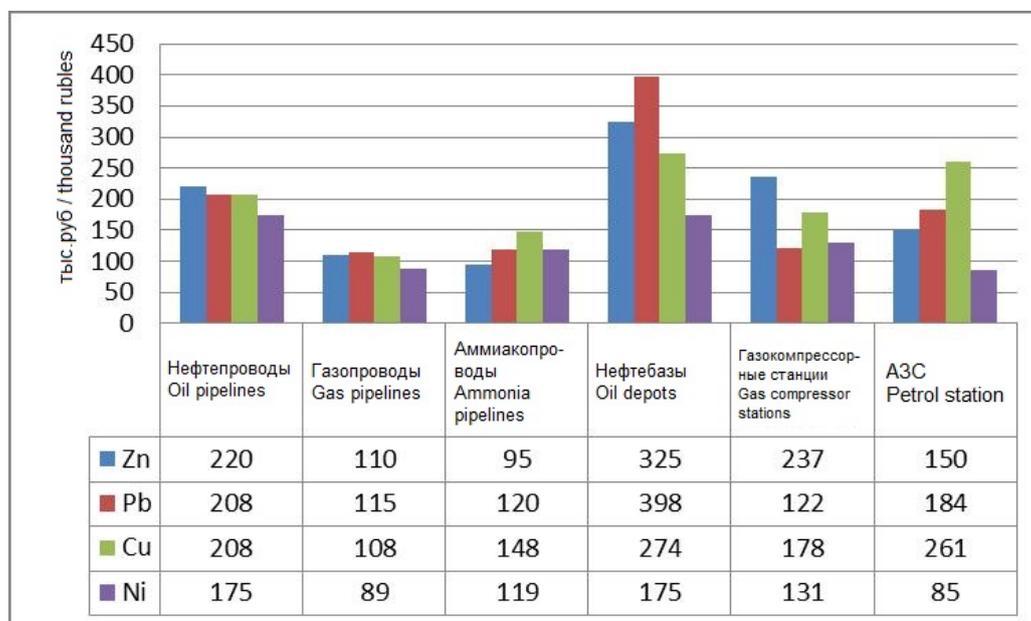


Рисунок 4. Оценка ущерба от загрязнения земель тяжелыми металлами от влияния трубопроводного транспорта Воронежской области (тыс. руб.)

Figure 4. Assessment of damage from land pollution by heavy metals from the influence of pipeline transport of the Voronezh Region (in thousand roubles)

Анализ геоэкологического состояния трубопроводного транспорта позволил сделать следующие выводы: для обеспечения геоэкологической безопасности в регионе в нефтегазоносном хозяйстве необходимо совершенствование природоохранного законодательства и механизмов его реализации.

Алгоритм расчетов на восстановление земель, нарушенных в системе трубопроводного транспорта, представлен на рисунке 6.

Для территорий, используемых в трубопроводном транспорте, необходимо учитывать следующие параметры:

1. Степень дренирования экосистем: относительно хорошо дренированные; с затрудненным водообменом; водозастойные.

2. Интенсивность и активность окислительно-восстановительных процессов: окислительно-восстановительные с развитием на ограниченных площадях собственно окислительных; преимущественно окислительно-восстановительные с относительно широким развитием собственно восстановительных условий; периодически восстановительные (заливаемые ландшафты); преимущественно и полностью восстановительные.

3. Сорбционная емкость субстратов и вероятностная емкость органосорбционных геохимических

барьеров: формирующиеся на собственно минеральных субстратах с относительно пониженной сорбционной емкостью; характеризующиеся существенно органическими высокочемкими субстратами; со смешанными субстратами (высокоёмкими в верхней части разреза, с пониженной емкостью в его нижних минеральных горизонтах).

4. Особенности литологии и состава субстратов: субстраты преимущественно минеральные; субстраты с повышенной геохимической активностью – карбонатные и засоленные.

Программа природопользования в системе трубопроводного транспорта будет иметь вид представленный на рисунке 7.

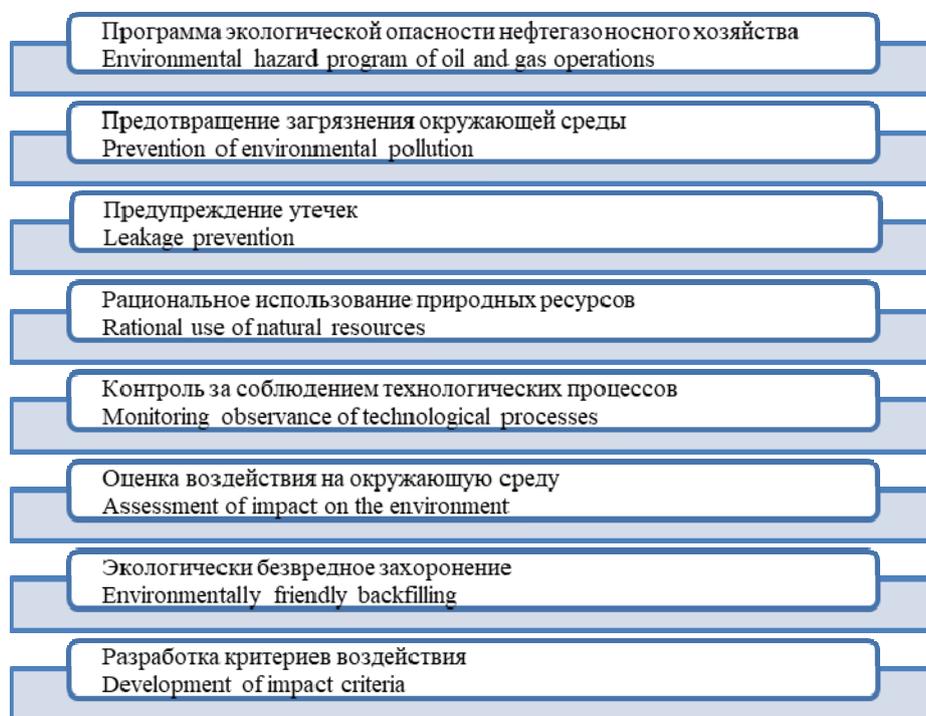


Рисунок 5. Программа экологической безопасности трубопроводного транспорта
Figure 5. Program for ecological safety of pipeline transport

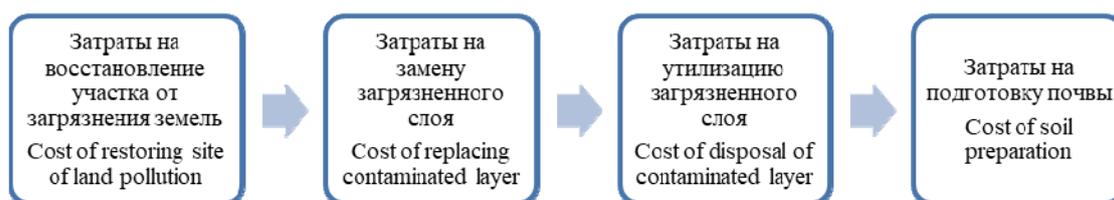


Рисунок 6. Алгоритм расчетов на восстановление земель, нарушенных в системе нефтегазового хозяйства
Figure 6. Algorithm of calculations for restoration of lands disturbed in the system of oil and gas operations

Затратная концепция предполагает определение экономической оценки природных компонентов деградирующих в результате природопользования нефтегазового хозяйства на основе стоимости.

Необходимо суммирование затрат, связанных с наблюдением, охраной и поддержанием их продуктивности и воспроизводства.

Концепция геоэкологической оценки в системе нефтегазового хозяйства представляет собой подход к анализу социальных последствий и направлений на:

- оценку технологического процесса, т.е. оценку позитивных и негативных аспектов природопользования;

- анализ техногенного воздействия;
- оценку возможных технологических вариантов и риска;

В технологической оценке можно выделить познавательный, проблемный, институциональный и целевой подходы, каждый из которых имеет значение на различных этапах исследования.

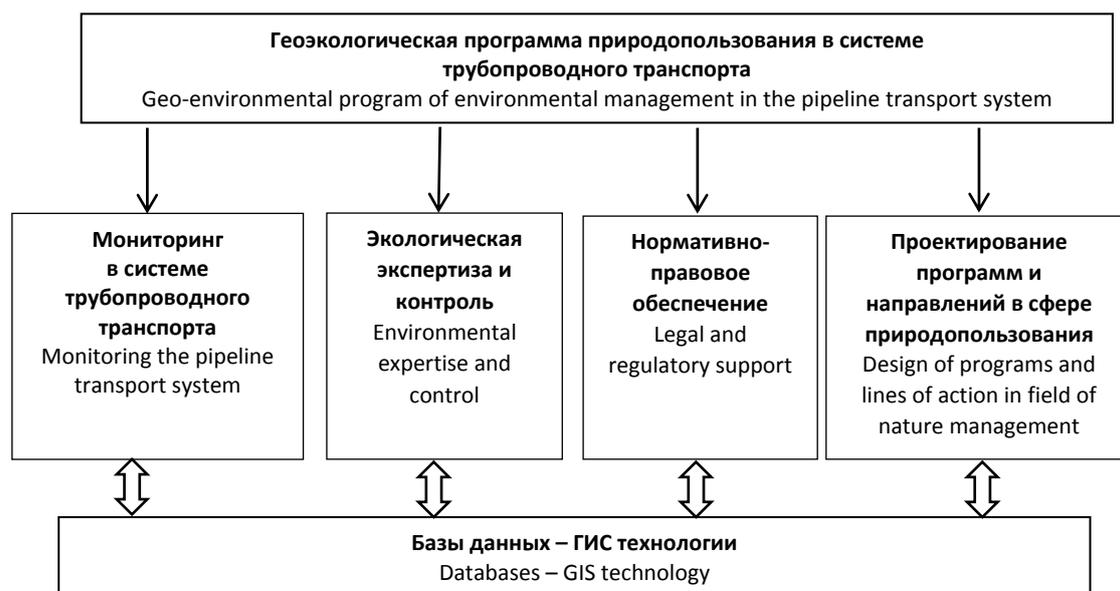


Рисунок 7. Программа природопользования в системе трубопроводного транспорта
Figure 7. Program of environmental management in the pipeline transport system

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Обоснованы направления и принципы охраны трубопроводной системы Воронежской области.

С использованием разработанных геоэкологических моделей получено целостное представление о геоэкологической ситуации в системе регионального трубопроводного транспорта, выявлены основные параметры влияния на окружающую среду, показаны логически взаимосвязанные направления исследований.

Обоснована необходимость разработки общего представления о влиянии региональной трубопроводной системы на окружающую среду регионов и на конкретных примерах выявлена степень деградации природной среды.

Рассмотренные методики и результаты исследования могут быть использованы для научного обоснования и управления рациональным природопользованием в регионе. Предлагаемый подход можно рекомендовать для решения аналогичных задач в других транзитных регионах.

Предлагается методика выявления экологических нарушений в процессе функционирования хозяйства и оценки ущерба.

Дана комплексная геоэкологическая характеристика основных объектов трубопроводной системы области, с выявлением их внутренней взаимосвязи, получено достаточное полное представление о негативных чертах трубопроводного природопользования в регионе.

Комплексный анализ трубопроводного транспорта может быть использован для разработки нормативных документов по введению новых платежей, регулярного контроля и оценки экологического ущерба.

Разработана и апробирована методика оценки негативного влияния на окружающую среду и экологи-

ческая концепция решения проблем в системе трубопроводного транспорта.

Негативное воздействие на водные ресурсы при этом выражается в следующем: изменяется минерализация внутрипластовых вод, загрязняются поверхностные, питьевые воды. Загрязнение происходит, в основном, нефтью и газоконденсатами.

При воздействии региональной трубопроводной системы на земельные ресурсы происходит накопление в почве железа, марганца, свинца, цинка, никеля. При этом химические элементы выстраиваются в следующий ряд: свинец>цинк>медь>никель. Уменьшается содержание фосфора, калия и магния, что приводит к ослаблению стойкости почвенных экосистем, к изменению почвенных характеристик и снижению плодородия, ухудшается качество растительной продукции.

Растет и остается на высоком уровне заболеваемость органов дыхания, центральной нервной системы и отравлений, обусловленных загрязнением окружающей среды, а также снижается сопротивляемость организма к инфекционным заболеваниям.

Разработанная система мониторинга в трубопроводной системе апробирована, дан экологический прогноз и сделаны рекомендации по охране окружающей среды в регионе. Предложено экологически регламентированное природопользование и система нормирования техногенных воздействий и экологического риска.

Для мониторинга земель в системе трубопроводного транспорта необходимо создание ежегодно обновляемой информационной базы геоэкологических данных для разработки средне- и долгосрочных прогнозов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Транспортная стратегия России до 2030 года (Распоряжение Правительства Российской Федерации от 22 ноября 2008. N1734-р (в редакции Распоряжения Правительства Российской Федерации от 11 июня 2014. N1032-р)). URL: <http://docs.cntd.ru/document/902132678> (дата обращения: 25.03.2019)
2. Гильмутдинов Ш.К., Байбурова М.М., Хуснуллина Т.А. Экологические последствия эксплуатации магистральных трубопроводов // Нефть. Газ. Новации. 2011. N 6 (149). С. 51-53.
3. Агафонов В.Б. Эколого-правовые проблемы транспортировки нефти и нефтепродуктов магистральным трубопроводным транспортом // Материалы X международной научно-практической конференции «Развитие российского права: новые контексты и поиски решения проблем» в 4 ч., Москва, 2016. С. 237-240.
4. Мухсинова Л.Х., Ахметова З.А. Трубопроводные системы как геоэкономический фактор обеспечения стабильности современного мирового развития // Международный научный журнал Интернаука. 2017. N 10. С. 118-125.
5. Китаев С.В., Кузнецова М.И. Эффективное использование энергетических ресурсов в условиях трубопроводного транспорта газа // Газовая промышленность. 2016. N 4 (736). С. 74-77.
6. Коновалов А.В., Быстров А.В., Чурсин В.Ф., Твердохлебов Н.В. Подготовка к ведению аварийно-спасательных работ как принцип обеспечения безопасности в ПАО «ГАЗПРОМ» // Газовая промышленность. 2016. N 4 (736). С. 100-104.
7. Бахтизин Р.Н., Мустафин Ф.М., Быков Л.И., Хасанов Р.Р., Кунафин Р.Н. Сооружение и эксплуатация трубопроводов. Инновации и приоритеты // Научные труды НИПИ Нефтегаз ГНКАР. 2016. Т. 3. N 3. С. 52-58. DOI: 10.5510/OGP20160300289
8. Arun Sundaram B., Kesavan K., Parivallal S. Recent Advances in Health Monitoring and Assessment of In-service Oil and Gas Buried Pipelines // Journal of The Institution of Engineers (India): Series A. 2018. Vol. 99. P. 729-740. DOI: 10.1007/s40030-018-0316-5
9. noyabrya 2008. N1734-r (v redaktsii Rasporyazheniya Pravitel'stva Rossiiskoi Federatsii ot 11 iyunya 2014. N1032-r) [Transport strategy of Russia until 2030]. Available at: <http://docs.cntd.ru/document/902132678> (accessed 25.03.2019)
10. Gilmudtinov Sh. K., Baiburova M.M., Khusnullina T.A. Environmental problems and operation of trunk pipelines. Neft'. Gaz. Novatsii [Oil. Gaz. Novation]. 2011, no. 6 (149), pp. 51-53. (In Russian)
11. Agafonov V.B. Ekologo-pravovyye problemy transportirovki nefiti i nefteproduktov magistral'nym truboprovodnym transportom [Ecological and legal problems of oil and oil products transportation by trunk pipeline transport]. Materialy X mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii «Razvitie rossiiskogo prava: novyye konteksty i poiski resheniya problem» v 4 ch., Moskva, 2016 [Proceedings of the 10th international scientific-practical conference "Development of Russian law: new contexts and search for solutions to problems", in 4 parts, Moscow, 2016]. Moscow, 2016, pp. 237-240. (In Russian)
12. Mukhsinova L.H., Akhmetova Z.A. Pipeline system as the geo-economic factor in the stability of contemporary world development. Mezhdunarodnyi nauchnyi zhurnal Internauka [International Scientific Journal Internauka]. 2017, no. 10, pp. 118-125. (In Russian)
13. Kitayev S.V., Kuznetsova M.I. Gas transmission: Efficient uses of energy resources. Gazovaya Promyshlennost' [Gas industry]. 2016, no. 4 (736), pp. 74-77. (In Russian)
14. Konovalov A.V., Bystrov A.V., Chursin V.F., Tverdohlebov N.V. Accident rescue training as part of sustained operations security across Gazprom. Gazovaya Promyshlennost' [Gas industry]. 2016, no. 4 (736), pp. 100-104. (In Russian)
15. Bakhtizin R.N., Mustafin F.M., Bykov L.I., Khasanov R.R., Kunafin R.N. Construction and operation of pipelines. Innovation and Priority. Scientific papers NIPi Neftegas SOCAR. 2016, vol. 3, no. 3, pp. 52-58. (In Russian) DOI: 10.5510/OGP20160300289
16. Arun Sundaram B., Kesavan K., Parivallal S. Recent advances in health monitoring and assessment of in-service oil and gas buried Pipelines. Journal of The Institution of Engineers (India): Series A, 2018, vol. 99, pp. 729-740. DOI: 10.1007/s40030-018-0316-5

REFERENCES

1. *Transportnaya strategiya Rossii do 2030 goda (Rasporyazhenie Pravitel'stva Rossiiskoi Federatsii ot 22*

КРИТЕРИИ АВТОРСТВА

Лидия А. Межова разработала основной подход геоэкологического анализа влияния трубопроводного транспорта на окружающую среду Воронежской области. Александр М. Луговской и Александра Б. Глазыева собрали статистический материал по трубопроводному транспорту Воронежской области. Юрий Н. Гладкий несет ответственность за плагиат. Ольга Ю. Сушкова проанализировала социо-эколого-экономическую эффективность работы трубопроводного транспорта Воронежской области. Людмила Б. Вампилова корректировала рукопись до подачи в редакцию. Александр А. Соколова принимала участие в научном дизайне. Людмила А. Луговская участвовала в сборе теоретического материала.

AUTHOR CONTRIBUTIONS

Lidiya A. Mezhova developed the basic approach of geoecological analysis of the impact of pipeline transport on the environment of the Voronezh region. Alexander M. Lugovskoy and Alexandra B. Glazyeva collected statistical material on pipeline transport of the Voronezh region. Yuriy N. Gladkiy is responsible for plagiarism. Olga Yu. Sushkova analyzed the socio-ecological and economic efficiency of pipeline transport in the Voronezh region. Lyudmila B. Vampilova corrected the manuscript before submitting it to the Editor Alexandra A. Sokolova participated in the scientific design. Lyudmila A. Lugovskaya participated in the collection of theoretical material.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

NO CONFLICT OF INTEREST DECLARATION

The authors state that there is no conflict of interest.

ORCID

Лидия А. Межова / Lidiya A. Mezhova <https://orcid.org/0000-0002-6652-5120>

Александр М. Луговской / Alexander M. Lugovskoy <https://orcid.org/0000-0002-3985-4535>

Юрий Н. Гладкий / Yuriy N. Gladkiy <https://orcid.org/0000-0003-0199-8274>

Александра Б. Глазьева / Alexandra B. Glazyeva <https://orcid.org/0000-0001-6241-6691>

Ольга Ю. Сушкова / Olga Yu. Sushkova <https://orcid.org/0000-0002-6588-1721>

Людмила Б. Вампилова / Lyudmila B. Vampilova <https://orcid.org/0000-0003-3262-6764>

Александра А. Соколова / Alexandra A. Sokolova <https://orcid.org/0000-0002-0297-6192>

Людмила А. Луговская / Lyudmila A. Lugovskaya <https://orcid.org/0000-0002-3332-9596>