

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Кафедра физической географии и ландшафтной экологии

**Моделирование экологических последствий чрезвычайной ситуации на
участке магистрального газопровода (на примере Петровского района
Саратовской области)**

АВТОРЕФЕРАТ МАГИСТЕРСКОЙ РАБОТЫ

студента 2 курса 245 группы

направления 05.04.06 Экология и природопользование

географического факультета

Заритовского Данила Геннадьевича

Научный руководитель

доцент, к.г.н., доцент

должность, уч. степень, уч. звание

подпись, дата

А.В. Затонская

инициалы, фамилия

Зав. кафедрой

д.г.н., профессор

должность, уч. степень, уч. звание

подпись, дата

В.З. Макаров

инициалы, фамилия

Саратов 2024

Введение. *Актуальность темы:* Натурное экологическое моделирование на природных объектах является необходимым элементом экологического нормирования. В настоящее время общепризнано представление о том, что нормирование антропогенных нагрузок на экосистемы должно основываться на глубоком анализе большого числа всевозможных факторов, процессов, показателей и т.п., всесторонне характеризующих качественные изменения, наступающие в рассматриваемых экосистемах под влиянием нормируемых воздействий.

Цель работы: Построить модель экологических последствий чрезвычайной ситуации на участке магистрального газопровода

Цель работы достигалась решением ряда задач:

- 1) Рассмотреть основные типы и классификации моделей, применяемых в экологических исследованиях
- 2) Определить цели и задачи моделирования
- 3) Дать физико-географическую характеристику Петровского района
- 4) Построить модель экологических последствий ЧС и провести анализ последствий, используя построенную модель

Объект исследования: участки прохождения трубопровода на территории Петровского района Саратовской области.

Материалы данной работы могут быть использованы для анализа последствий ЧС, а также как основа для дальнейшего моделирования.

Структура и объем работы. Представленная работа включает введение, три раздела, заключение, список источников из 26 наименований, 5 приложений. Общий объем работы составляет 59 страниц.

Основное содержание работы.

1 Моделирование в экологических исследованиях. Моделирование в экологии позволяет заменять(представлять) реальные биологические объекты как символы или как их уменьшенная версия, которая будет обладать основными характеристиками необходимыми для наблюдения реального объекта, модели создаются как образ, с которым можно работать, наблюдать и

экспериментировать. Модели в экологии служат для создания прогнозов, карт, для выполнения расчетов и заполнения пробелов при отборе проб. Основные цели моделирования это: предсказания влияния различных объектов на объект изучения, расшифровка экологической информации, изучение динамики и аспектов биоты, прогноз изменений и естественной эволюции природы

2 Инженерно-транспортная инфраструктура района. Транспортно-экономические связи муниципального образования город Петровск осуществляются автомобильным и железнодорожным видом транспорта. Основным видом общественного пассажирского транспорта поселения является автобусное сообщение.

Дорожно-транспортная сеть дорог местного значения муниципального образования город Петровск состоит из дорог IV-V категории, предназначенных для не скоростного движения. Транспортная инфраструктура Петровского района интегрирована в транспортную сеть Саратовской области и европейской части России.

Протяженность магистральных железных дорог на территории района составляет 58,8 км, автодорог общего пользования с твердым покрытием — 294,735 км.

Источником газоснабжения Петровского муниципального района является природный газ, который подается в район по магистральным газопроводам: Саратов-Горький (протяженность (по району) 49,6 км), Средняя Азия-Центр (САЦ) (протяженность 52,2 км), Челябинск-Петровск (протяженность 33,4 км), Петровск-Новопсков (протяженность 32,2 км). В северо-восточной части Петровского района в одном коридоре с магистральным газопроводом Челябинск-Петровск проходят магистральные газопроводы: Уренгой-Петровск (протяженность 33,4 км) и Уренгой-Новопсков (протяженность 65,6 км). В западной части Петровского района магистральные газопроводы Уренгой-Новопсков идет в одном коридоре с магистральным газопроводом Петровск-Новопсков. В одном коридоре магистрального газопровода Средняя Азия-Центр проходят 3 нитки: САЦ 1, САЦ 2, САЦ 3. В одном коридоре с магистральным

газопроводом Средняя Азия-Центр проходит магистральный газопровод Петровск-Елецк (протяженность 29,7 км). В одном коридоре с магистральным газопроводом Горький-Саратов проходят две нитки магистрального газопровода Сторожовка-Петровск (протяженность 34,4 км).

Общая протяженность газопроводов высокого давления на территории Петровского муниципального района составляет 309,94 км.

Также через Петровский район проходит Аммиакопровод «Тольятти — Одесса», который является самым протяженным в мире трубопроводом в мире. Аммиакопровод «Тольятти — Одесса» предназначен для транспортировки аммиака из России в Украину. Его общая протяженность составляет 2417 километров и 63 124 метров (по району), а пропускная способность 2,52 миллиона тонн в год. Однако в 2022 году Тольяттиазот остановил транзит аммиака по аммиакопроводу, в данный момент осуществляется проработка железнодорожных путей поставки.

На территории Петровского района находится железнодорожная станция, расположенная в 27 километрах на юго-западе от административного центра и находится в Берёзовском муниципальном образовании, в настоящий момент станция закрыта вместо нее осталась железнодорожная платформа. Сами железные дороги 61 950 метров.

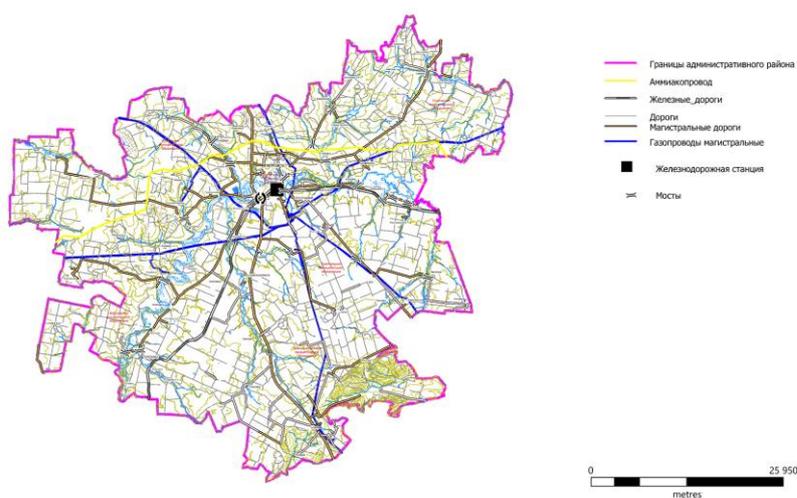


Рисунок 1 – Обзорный план инженерно-транспортной инфраструктуры Петровского района (составлено автором)

3 Методика расчета зоны детонации и дальности распространения облака взрывоопасной смеси. Дальность распространения облака взрывоопасной смеси в направлении ветра определяется по эмпирической формуле:

$$L = 25\sqrt{M/W}, \text{ (м)}$$

где M - массовый секундный расход газа, кг/с; 25 - коэффициент пропорциональности, имеющий размерность $\text{м}^{3/2} / \text{кг}^{1/2}$; W - скорость ветра, м/с.

Тогда граница зоны детонации, ограниченная радиусом r_0 , в результате истечения газа за счет нарушения герметичности газопровода, может быть определена по формуле :

$$r_0 = 12,5\sqrt{M/W}, \text{ (м)}$$

Массовый секундный расход газа M из газопровода для критического режима истечения, когда основные его параметры (расход и скорость истечения) зависят только от параметров разгерметизированного трубопровода, может быть определен по формуле:

$$M = \Psi \times F \times \mu \sqrt{P_r/V_r}, \text{ (кг/с)}$$

где Ψ - коэффициент, учитывающий расход газа от состояния потока (для звуковой скорости истечения $\Psi=0,7$); F - площадь отверстия истечения, принимаемая равной площади сечения трубопровода, м^2 ; μ - коэффициент расхода, учитывает форму отверстия ($\mu=0,7-0,9$), в расчетах принимается $\mu = 0,8$; P_r - давление газа в газопроводе, Па; V_r - удельный объем транспортируемого газа при параметрах в газопроводе.

$$V_r = R_0 T P_r, \text{ (м}^3/\text{кг)}$$

где T - температура транспортируемого газа, К; R_0 - удельная газовая постоянная, определяемая по данным долевого состава газа q_k и молярным массам компонентов смеси из соотношения.

$$R_0 = 8314 \sum_{i=1}^n q_k/m_k, \text{ (Дж / (кг}\times\text{К))}$$

где 8314 - универсальная газовая постоянная, Дж / (кмольК); m_k - молярная масса компонентов, г/моль; n - число компонентов. [10]

4 Последствия возникновения чрезвычайных ситуаций на магистральном газопроводе. Последствия разгерметизации - это высвобождение из трубопровода природного газа с индивидуальным составом для каждого случая в окружающую среду, следовательно, мы имеем загрязнение окружающей природы вокруг зоны происшествия, а также риск воспламенения, при концентрациях от 4,4-17%, а поскольку газ в трубопроводе поставляется компрессированный, в момент разгерметизации риск воспламенения выше, чем после размешивания газа в атмосфере, таким образом существует определенный радиус, зависящий от скорости ветра, в котором смесь газа еще может воспламениться, после высвобождения.

Для определения последствий загрязнения необходимо определить состав природного газа, например, для случая магистрального трубопровода Саратов-Горький, имеет состав: метан(CH_4) – 91,9%, этан(C_2H_6) - 2,1%, пропан(C_3H_8) - 1,3%, Бутан(C_4H_{10}) – 0,4%, пентан(C_5H_{12}) – 0,1%, свободный азот(N_2) – 3%, диоксид углерода(CO_2) – 1,2%. Итого имеем уже 380,1 кг/с диоксида углерода который является газом 2-го класса опасности и основным парниковым газом, чрезмерно высокая концентрация которого может привести гибели живых организмов.

Еще одной стороной данной проблемы является то, что тушение пожара горючих газов, истекающих под давлением – это весьма сложная задача. Как правило, подавление горения в этих случаях достигается перекрытием газового потока. Нередко быстро перекрыть поток газа не удастся и приходится тушить горящий факел. При пожарах природного газа, истекающего из труб диаметром до 150 мм с расходом $75 \text{ м}^3/\text{с}$, пламя имеет высоту до 80 м, диаметр – до 20 м, площадь – до 2000 м^2

5 Анализ последствий чрезвычайной ситуации на участке магистрального трубопровода.

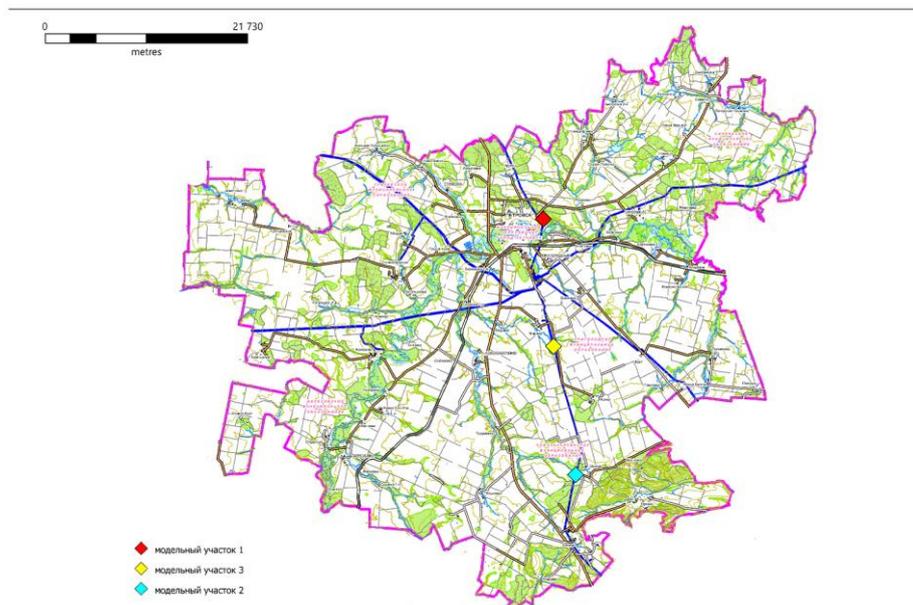


Рисунок 2 - Расположения модельных участков на территории Петровского района Саратовской области (составлено автором)

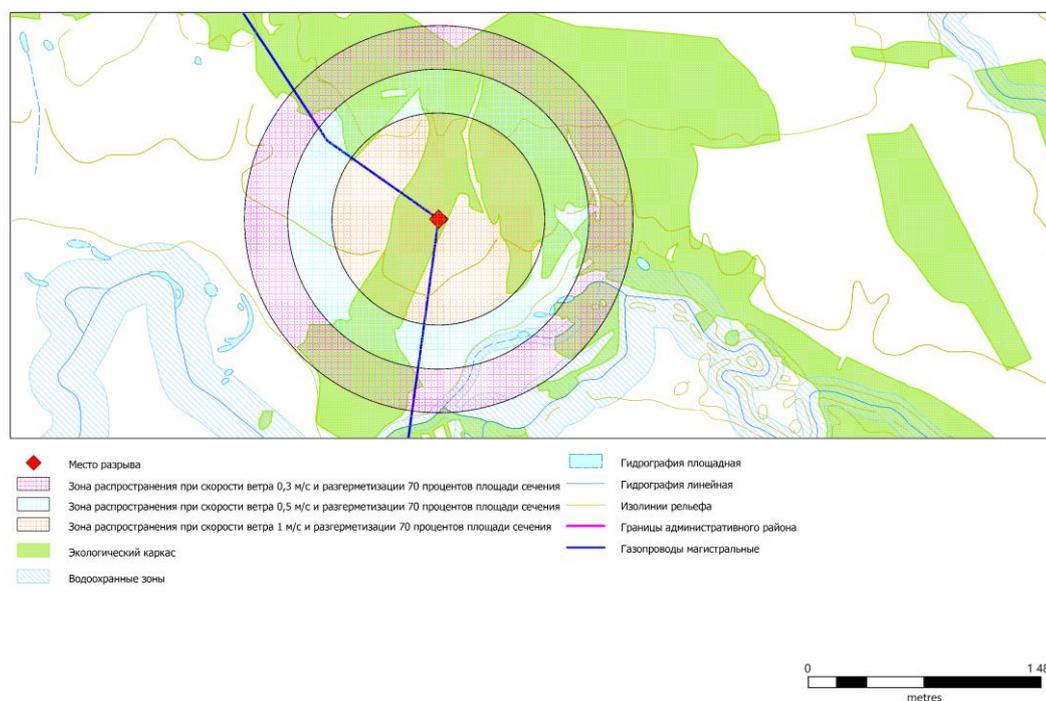


Рисунок 3 – Модельный участок 1, отображающий зоны распространения газов при разной скорости ветра (составлено автором)

В данном случае последствия пожара могут охватить больше 751 927 метров растительности. В следствии пожар вызовет эмиссию содержащихся в растительности веществ, для 751 927 метров деревьев с примерным весом 1 269 779 125 кг состоящих из целлюлозы, лигнина, пентозанов, гексозанов и золы имеющих средний коэффициент эмиссии 0,054, что позволяет приблизительно определить выброс углеводородов и оксидов углерода, который составит около 68 568 073 килограмм, вдобавок к выбросу и сгоранию природного газа из газопровода.

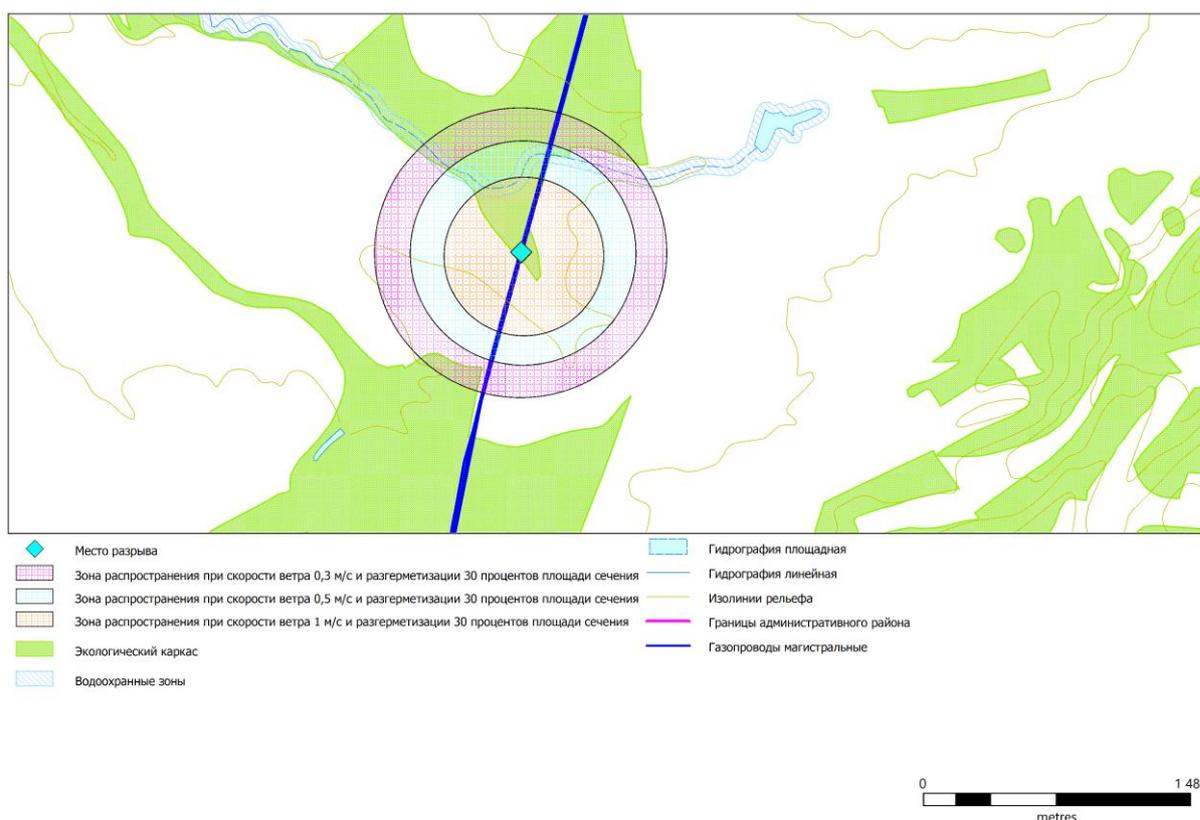


Рисунок 4 – Модельный участок 2, отображающий зоны распространения газов при разной скорости ветра (составлено автором)

На втором модульном участке рассматривается процент разгерметизации равный 30% площади сечения, в данном случае площадь зоны возможного воспламенения смеси составляет 760 081 м² для скорости ветра 1 м/с, 1 521 066 м² при скорости ветра 0,5 м/с и 2 537 751 м² при скорости ветра 0,3 м/с. Зона

экологического каркаса, попадающая в область потенциального воспламенения смеси, составляет 140 484, 276 370 и 543 381 м² соответственно.

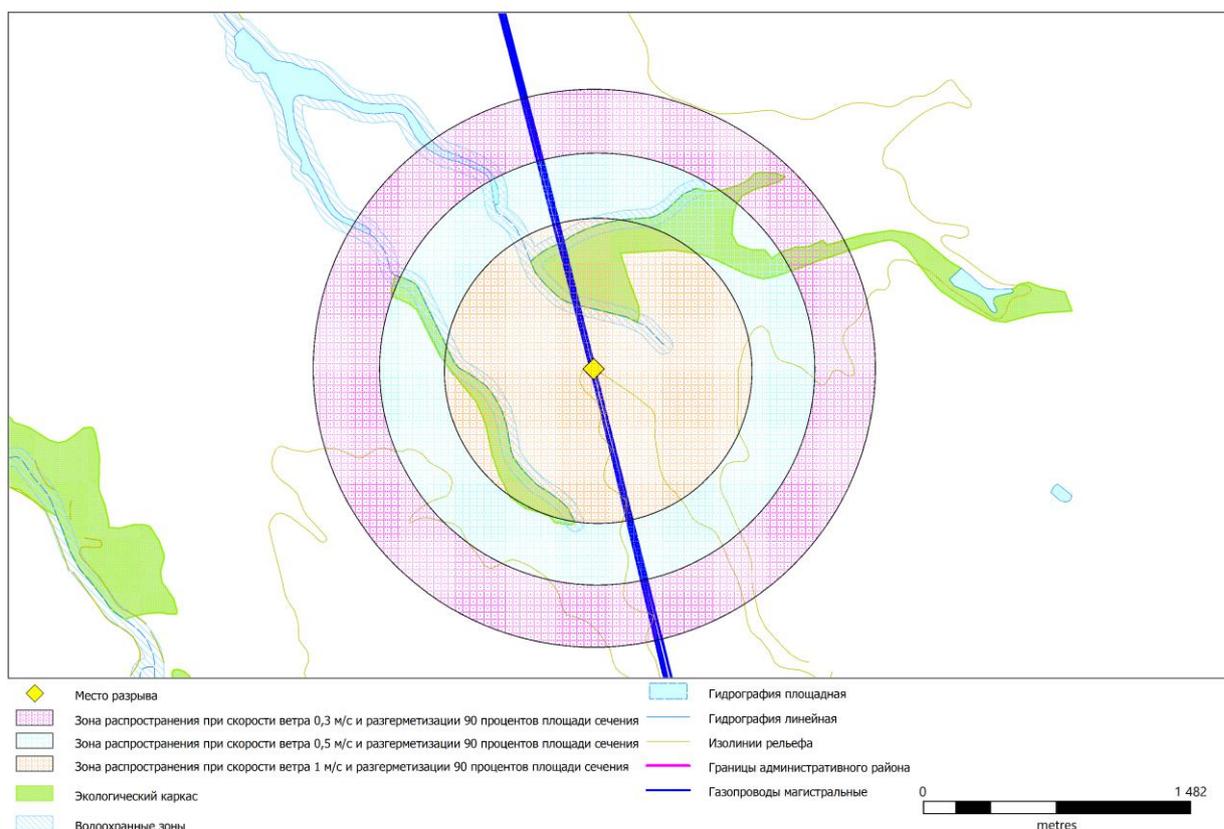


Рисунок 5 – Модельный участок 3, отображающий зоны распространения газов при разной скорости ветра (составлено автором)

Заключение. Экологическое моделирование является перспективным методом обработки информации, помогая оценить каскадные эффекты, создавать сценарии и более комплексно посмотреть на ситуацию.

Инфраструктура Петровского района обладает большой концентрацией трубопроводов и является важным проводить исследования для получения новых данных, которые помогут провести подготовку и уменьшить негативное влияние чрезвычайных ситуаций на данной территории.

В ходе экологического моделирования были построены три модельных участка, исследование которых позволило провести анализ последствий ЧС на выбранной территории.