

## Влияние природных факторов на добычу нефти и газа

**Н.А. Ширин-заде**

Институт экологии Национального  
Аэрокосмического Агентства Азербайджана

**Ключевые слова:** нефтегазоконденсатные месторождения, высокая сейсмичность, скорость ветра, высота волны, температура морской воды, температура окружающей среды.

e-mail: alchinshirinzade@gmail.com

### Neft və qaz hasilatına təbiət amillərinin təsiri

N.A. Şirin-zadə  
Azərbaycan Milli Aerokosmik Agentliyinin Ekologiya İnstitutu

**Açar sözlər:** neft-qaz-kondensat yataqları, yüksək seysmiklik, küləyin sürəti, dalganın hündürlüyü, dəniz suyunun temperaturu, ətraf mühitin temperaturu.

Dəniz neft-qaz-kondensat yataqlarının işlənilməsi kifayət qədər mürəkkəb olmaqla və maliyyə xərcləri tələb etməklə yanaşı bir sıra risklərlə bağlıdır. Yüksək seysmiklik, güclü sualtı axınlar, böyük dərinliklər, ətraf mühitin temperaturu və müxtəlif təbii fəlakətlər – qasırğalar, dəniz dalgalarına səbəb olan fırtınalar, sualtı zəlzələlər kimi xarici amillər onların dəniz yataqlarından neft, qaz və kondensatın hasilatına təsiri məsələsini qarşıya çıxarır. Qarşıya qoyulan məsələnin öyrənilməsi məqsədilə 2009–2018-ci illər üzrə Xəzər dənizinin orta illik göstəricilərindən istifadə olunmuşdur. Korrelyasiya-reqressiya analizi tətbiq olunmaqla bir sıra asılılıqlar alınmışdır ki, bunlar da küləyin orta illik sürətinin, dalganın hündürlüyünün, dəniz suyu və havanın temperaturunun yataqların işlənilməsi göstəricilərinə təsirinə müəyyənləşdirməyə imkan vermişdir.

### The influence of natural factors on oil-gas production

N.A. Shirin-zade  
Institute of Ecology of Azerbaijan National Aerospace Agency

**Keywords:** oil-gas-condensate fields, high seismicity, wind speed, wave height, seawater temperature, ambient temperature.

The development of offshore oil and gas-condensate fields is rather cost and complicated, high-risk process associated with external aspects, such as high seismicity, strong underflows, deep depths, environment temperature, as well as various cataclysms – windstorms, storms causing high sea and underwater earthquakes. In this regard, the influence of these factors on the production of oil, gas and gas-condensate from offshore fields is an urgent task. With this purpose, an effort to define the possible impact of wind speed, wave height, seawater and ambient temperature on the production of oil and gas in offshore conditions has been made. To study the task set, average annual data on the Caspian Sea for the period of 2009-2018 has been used. Via the correlation-regression analysis, the dependences allowing evaluating the impact degree of average annual wind speed, wave height, as well as the seawater and ambient temperatures on the parameters of field development have been obtained.

Морская добыча нефти и газа, по прогнозам многих специалистов, еще долгие годы будет актуальной в мировой практике.

Ввиду постепенного истощения запасов углеводородов на месторождениях, расположенных на суше, ведущие нефтегазодобывающие компании мира уделяют большое внимание освоению морских месторождений. Систематические поиски нефтяных месторождений на акваториях морей и океанов были начаты во второй половине XX века. В настоящее время в мире насчитывается около 400 морских нефтегазовых месторождений и в основном добыча ведется на больших глубинах моря. Разработка морских нефтегазоконденсатных залежей весьма затратная и сложная, сопряжена с высокими рисками, связанными с внешними факторами, такими как высокая сейсмичность, сильные подводные течения, большие глубины, температура окружающей среды (воздуха и воды), а также с разного рода природными катаклизмами – ураганами, штормами, вызывающими большие волны, землетрясениями. В статье рассматриваются вопросы изучения влияния этих факторов на добычу нефти, газа и газоконденсата [1, 2].

С этой целью была проведена попытка определить возможность влияния в морских условиях скорости ветра  $v_w$ , м/с, высоты волны  $h$ , м, температуры морской воды  $t$  и окружающей среды  $T$ , °C, т.е. воздуха, на добычу нефти  $Q_n$ , тыс. т и газа  $Q_g$ , млн. м<sup>3</sup>. Для изучения поставленной задачи были использованы среднегодовые данные по Каспийскому морю за 2009–2018 гг. [3].

Для исследования данной задачи были применены методы множественного корреляционного и регрессионного анализов между различными экономическими и природными факторами, в том числе добычей газа и нефти параметрами скорости ветра, высоты волны, температуры моря и воздуха (А.Х. Мирзаджанзаде, 1977).

Вначале был проведен множественный корреляционный анализ между этими факторами. Значение коэффициента корреляции может колебаться в пределах от -1 до +1. При этом абсолютное значение коэффициента корреляции указывает на степень зависимости. Если оно не превышает 0.5, то зависимость весьма слабая. В табл. 1 и 2 приведены значения рассчитанных коэффициентов корреляции между рассматриваемыми наборами данных.

При этом значение коэффициента множественной корреляции между добычей нефти и всеми рассматриваемыми морскими факторами составило 0.77, а между добычей газа и всеми рассматриваемыми морскими факторами - 0.94.

Далее проводилось моделирование интересующих нас зависимостей. Данное исследование относится к области задач регрессионного анализа, который представляет собой следующий метод моделирования измеряемых данных и исследования их свойств. Данные состоят из пар значений зависимой переменной (переменной отклика) и независимой (объясняющей) переменной. Регрессионная модель есть функция независимой переменной и параметров с добавленной случайной переменной. Корреляционный и регрессионный анализ являются смежными разделами математической

статистики и предназначаются для изучения по выборочным данным статистической зависимости величин, некоторые из которых являются случайными. При статистической независимости величины не связаны функционально, но как случайные величины заданы совместным распределением вероятностей. Исследование зависимости случайных величин приводит к моделям регрессии и регрессионному анализу на базе выборочных данных. Теория вероятностей и математическая статистика представляют собой лишь инструмент для изучения статистической зависимости, но не ставят своей целью установление причинной связи. Представления и гипотезы о причинной связи должны быть привнесены из некоторой другой теории, позволяющей содержательно объяснить изучаемое явление.

Результатом проведения регрессионного анализа является уравнение регрессии вида:

$$\bar{y} = \sum_{j=1}^n a_j \bar{x}_j + a_0, \quad (1)$$

где  $\bar{Y} = \begin{bmatrix} Y_1 \\ Y_2 \\ \dots \\ Y_m \end{bmatrix}$  – вектор выходного параметра,

$\bar{X}_j = \begin{bmatrix} X_{j1} \\ X_{j2} \\ \dots \\ X_{jm} \end{bmatrix}$  – вектор входного j-го параметра,

n – число входных параметров,  $a_j (j=0, \dots, n)$  – коэффициенты уравнения регрессии, m – размер

Таблица 1

Параметры	$Q_n$	$v_n$	h	t	T
$Q_n$	1	-0.42	-0.77	0.04	-0.02
$v_n$	-0.42	1	0.55	0.12	-0.16
h	-0.77	0.55	1	-0.03	0.06
t	0.04	0.12	-0.03	1	0.88
T	-0.02	-0.16	0.06	0.88	1

Таблица 2

Параметры	$Q_n$	$v_n$	h	t	T
$Q_n$	1	0.52	0.94	-0.06	0.03
$v_n$	0.52	1	0.55	0.12	-0.16
h	0.94	0.55	1	-0.03	0.06
t	-0.06	0.12	-0.03	1	0.88
T	0.03	-0.16	0.06	0.88	1

ность векторов (число наблюдений параметров).

Ранжирование параметров по вкладу в регрессионную модель (1) позволит исключить из модели несущественные признаки.

Наличие корреляционной связи мешает разделить влияние отдельных параметров на результирующий показатель. Коллинеарность параметров показывает как они характеризуют одну и ту же сторону изучаемого прогресса. Получаемые при этом оценки уравнения регрессии имеют большую среднеквадратичную ошибку. В этом случае необходимо исключить из уравнения регрессии один или несколько линейно связанных факторов.

Для решения поставленной задачи были использованы данные о добыче нефти и газа за 2009–2018 гг., в том числе средняя скорость ветра за эти годы, а также среднее значение волны, температуры морской воды и воздуха. Для построения регрессионной модели был использован пакет STATISTICA. Интерпретация полученных результатов представлена следующим образом.

Коэффициент детерминации используется для оценки адекватности регрессионной модели, следовательно, модель адекватна реальным данным.

Пользуясь данными по Каспийскому морю, а также вычисленным коэффициентом на основе регрессионного анализа получены следующие уравнения:

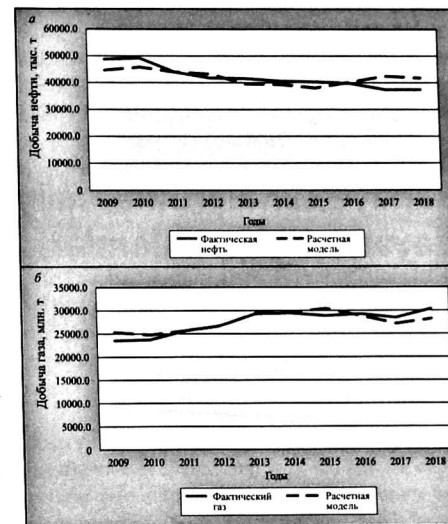
$$Q_n = 59402.44 - 4618.38v_n - 1907.36h + 7357.252t - 5980.72T \quad (2)$$

$$Q_n = 27206388 - 3598409v_n - 1733630t - 1664299T + 230551v_n t + 218595.1v_n T + 106155.8tT - 14002.3v_n tT \quad (3)$$

$$Q_n = 10196.11 + 2964.154v_n + 2000.337h - 5024.88t + 4270.132T \quad (4)$$

$$Q_n = -39083048 + 5907291v_n + 2430312t + 2531468T - 368102v_n t - 381110v_n T - 157326tT + 23750.82v_n tT \quad (5)$$

Результаты моделирования согласно вышесприведенным формулам представлены на



Фактические и расчетные данные по добыче нефти (а) и газа (б)

рисунке. На каждом графике сплошной линией показаны реальные данные добычи, а прерывистой – полученная модель. Отметим, что погрешности полученных моделей не превышали 6%.

На основе полученных регрессионных уравнений проведенного системного анализа были выявлены наиболее существенные закономерности изменения природных факторов, влияющих на динамику изменения среднегодовой добычи нефти и газа на морских месторождениях Азербайджана.

В результате проведенных расчетов и анализов было выявлено, что факторы моря существенно влияют на показатели разработки месторождений. В частности, они повлияли на добычу нефти и газа, где коэффициенты корреляции колеблются в пределах 0.770–0.936.

Таким образом, с использованием корреляционно-регрессионного анализа были получены зависимости, позволяющие оценить степень влияния среднегодовой скорости ветра, высоты волны, а также температуры морской воды и воздуха на показатели разработки месторождения.

Список литературы

1. Лысенко В.Д. Инновационная разработка нефтяных месторождений. – М.: ООО "Недра-Бизнесцентр", 2000, 516 с.
2. Лысенко В.Д. Оптимизация разработки нефтяных месторождений. – М.: Недра, 1991, 296 с.
3. www.socar.az

References

1. Lysenko V.D. Innovatsionnaya razrabotka neftyanykh mestorozhdeniy. – M.: OOO "Nedra-Biznescentr", 2000, 516 p.
2. Lysenko V.D. Optimizatsiya razrabotki neftyanykh mestorozhdeniy. – M.: Nedra, 1991, 296 s.
3. www.socar.az