



NEFT VA NEFT MAHSULOTLARINING TO'KILISH OQIBATLARINI PROGNOZLASHNING MATEMATIK MODELI

O'zbekiston respublikasi mudofaa vazirligi harbiy xavfsizlik va mudofaa universitetining quruqlikdagi qo'shinlar instituti

Istiqbolli harbiy texnologiyalar kafedrasida

katta o'qituvchisi t.f.f.d. (PhD), dotsent

A.Parpiyeva

Annotatsiya. *Maqolada neft va neft mahsulotlarining to'kilishining asosiy prognozlash parametrlarining matematik tavsifi keltirilgan: to'kilishning taxmin qilingan maydoni; to'kilgan neftning taxmin qilingan massasi; suv havzalarining ifloslanishini bashorat qilish.*

Kalit so'zlar: *neft va neft mahsulotlarining to'kilishi; bashoratli analitik model; asosiy kirish ma'lumotlari; bashorat qilingan to'kilish maydoni; to'kilgan neftning bashorat qilingan massasi; Bayes klassifikatori.*

Аннотация *В статье представлено математическое описание основных прогнозных параметров разлива нефти и нефтепродуктов: прогнозируемая площадь разлива; прогнозируемая масса вылившейся нефти; прогнозирование загрязнения водного объекта.*

Ключевые слова: *разлив нефти и нефтепродуктов; прогнозно-аналитическая модель; основные исходные данные; прогнозируемая площадь разлива; прогнозируемая масса вылившейся нефти; байесовский классификатор.*

Abstract. *Article presents mathematical description of the main forecast parameters of the oil and petroleum products spill: projected area of spill; projected mass of spilled oil; prediction of the water body pollution.*

Key words: *oil and petroleum products spill; predictive and analytical model; basic initial data; projected spill area; projected mass of spilled oil; Bayesian classifier.*

Dunyoda har yili o'n minglab neft va neft mahsulotlarining to'kilishi sodir bo'ladi, bu atrof-muhitga, iqtisodiyotga va aholiga ulkan zarar yetkazadi. Neft to'kilishi tabiiy jarayonlar va o'zaro ta'sirlarni buzadi, barcha tirik organizmlarning yashash muhitini sezilarli darajada o'zgartiradi va biotsenozlarning tuzilishini buzadi [1].

Umuman olganda, yadroviy avariya oqibatlarini bashorat qilish uchun bashoratli analitik modelni ishlab chiqish jarayoni quyidagilarni o'z ichiga oladi: dastlabki ma'lumotlarni to'plash va asosiy o'quv to'plamini shakllantirish; Bayes klassifikatorini tanlash; statistik ishlov berish natijalarini tahlil qilish va talqin qilish usullarini tayyorlash [2].

Neft va neft mahsulotlari to'kilishining xususiyatlarini tavsiflovchi asosiy dastlabki ma'lumotlar quyidagilardir: neft va neft mahsulotlari to'kilishining asosiy parametrlarini tavsiflovchi kirish ma'lumotlari; neft va neft mahsulotlarini saqlash rezervuarlarini tavsiflovchi kirish ma'lumotlari; meteorologik vaziyatni tavsiflovchi kirish ma'lumotlari; saqlangan neft va neft mahsulotlarining xususiyatlarini tavsiflovchi kirish ma'lumotlari; neft va neft mahsulotlari to'kilishi mumkin bo'lgan hududni tavsiflovchi kirish ma'lumotlari [3].

Neft va neft mahsulotlarining to'kilishining asosiy prognoz parametrlari quyidagilardir: prognoz bosqichiga mos keladigan vaqt oralig'ida neft va neft mahsulotlarining to'kilishining prognoz qilingan maydoni; prognoz bosqichiga mos keladigan vaqt oralig'ida to'kilgan neft va neft mahsulotlarining prognoz qilingan massasi; suv havzalarining ifloslanishi, yong'in va portlashni prognoz qilish [4].

Neft va neft mahsulotlari to'kilishining taxminiy maydoni Bayes klassifikatori yordamida quyidagi parametrlarni hisobga olgan holda aniqlanadi: taxminiy massa va neft va neft mahsulotlari to'kilishining taxminiy maydoni [5]. Rezervuardan to'kilgan neftning massasi (M_r , kg) formula bo'yicha aniqlanadi

$$M_r(t) = G_{(t)} \cdot t \frac{\rho_{HH}^{xp} \cdot g \cdot \mu^2 \cdot A_{hol}^2}{A_R} \cdot t^2$$

bu yerda $G_{(t)}$ – ma'lum bir vaqtning o'zida massa oqim tezligi, kg/s;

t – amal qilish muddati, s

t vaqt ichida favqulodda tirqishdan o'tadigan neft va neft mahsulotlarining massa oqim tezligi ($G_{(t)}$, kg/s) quyidagi bog'liqlik yordamida hisoblanadi:

$$G_{(t)} = G_0 - \frac{\rho_{HH}^{xp} \cdot g \cdot \mu^2 \cdot A_{hol}^2}{A_R} \cdot t$$

bu yerda G_0 – dastlabki vaqtda favqulodda tirqish orqali neft va neft mahsulotlarining massa oqim tezligi, kg/s

ρ_{HH}^{xp} – rezervuardagi saqlash haroratida neft va neft mahsulotlarining zichligi, kg/m³

g – erkin tushish tezlanishi, m/s², $g = 9,81$ m/s²

μ – amal qilish muddati tugashi koeffitsiyenti, $\mu = 0,61$

A_{hol} – favqulodda tirqish maydoni

A_R – rezervuarning asosiy maydoni, m²

Neft va neft mahsulotlarining boshlang'ich vaqt momentidagi massa oqim tezligi (G_0 , kg/s) formula yordamida aniqlanishi kerak:

$$G_0 = \mu \cdot \rho_{HH}^{xp} \cdot A_{hol} \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot (h_0 - h_{hol})}$$

bu yerda

h_0 – rezervuardagi suyuqlik ustunining boshlang'ich balandligi, m;

h_{hol} – favqulodda tirqish balandligi, m

Rezervuardagi neft va neft mahsulotlari ustunining boshlang'ich balandligi (h_0 , m) quyidagi formula yordamida hisoblanadi

$$F_0 = \left\{ F(t): \int_0^\infty t^j dF(t) = \mu_{j\xi}, \quad j = \overline{1, m}; m > 0 \right\}$$

bu yerda

d – rezervuar diametri, m

Neft va neft mahsulotlarig rezervuarning favqulodda tirqishi orqali oqishining umumiy vaqti (t to'liq, s) quyidagi bog'liqlik bilan aniqlanadi

$$t_{to'liq} = \frac{2A_R(\sqrt{h_0} - \sqrt{h_{hol}})}{\mu A_{hol}\sqrt{2g}}$$

Vaqt o'tishi bilan tashqariga to'kilgan neft va neft mahsulotlarining massasi (M_{tk} , kg) formula yordamida hisoblanadi

$$M_{tk} = M_p(t) - V_{tk} \cdot \rho_{HH}^{xp}$$

bu yerda

V_{tk} – qirg'oq maydonining hajmi, m³.

Bosimni tushirish paytida neft va neft mahsulotlarining to'kilish radiusi (dog'i) formula bo'yicha aniqlanadi

$$L_p = 0,46 \sqrt[3]{\frac{G_\tau \tau}{\rho_{HH}^T}} \cdot \left[\left(\frac{g \frac{G_\tau \tau}{\rho_{HH}^T}}{v^2} \right)^{0,08} \cdot \left(\frac{g \tau^2}{\sqrt[3]{\frac{G_\tau \tau}{\rho_{HH}^T}}} \right)^{0,06} \right]$$

bu yerda

L_p – neft va neft mahsulotlarining to'kilgan joyining radiusi, qisqartirilgan doira sifatida ifodalangan, m;

G_τ – rezervuar bosimi tushirilgandan keyin t vaqtda germetizatsiyalangan tirqish orqali suyuqlikning massa oqimi tezligi, kg/s;

τ – amal qilish muddatining davomiyligi prognoz bosqichiga teng deb qabul qilinadi, s;

g – erkin tushish tezlanishi, m/s², $g = 9,81$ m/s²

ν - tirqishdan tashqaridagi tuproq haroratida suyuqlikning kinematik qovushqoqligi, m^2/s ;

m va n — neftning tarqalishi shartlarini hisobga olgan holda ko'rsatkichlar ($m = 0,08$, $n = 0,06$);

ρ_{HH}^T — tirqishdan tashqaridagi tuproq haroratida neft va neft mahsulotlarining zichligi, kg/m^3 .

Joy qiyaligi 1% gacha bo'lgan holda, kuzatilgan hududda joylashgan rezervuarning bosimini pasaytirish paytida neft va neft mahsulotlarining to'kilish maydoni formuladan foydalanib hisoblanadi.

$$S_{gr} = \pi \cdot L_p^2$$

Joy qiyaligi 1 dan 3% gacha bo'lganida, kuzatilayotgan hududda joylashgan rezervuarning bosimini pasaytirish paytida neft va neft mahsulotlarining to'kilish maydoni quyidagi formulalar yordamida ellips maydoni bilan aniqlanadi:

$$b_{koyao'} = \sqrt{\frac{K_q \cdot S_{pHH}}{\pi}}$$

$$a_{koyao'} = \frac{4 \cdot S_{pHH}}{\pi \cdot b_{koyao'}}$$

$b_{koyao'}$ — ellipsning yarim katta o'qi

$a_{koyao'}$ — ellipsning yarim kichik o'qi

K_q — yerning joy qiyalik koeffitsiyenti 8 ga teng deb qabul qilinadi.

Agar qiyalik 3% dan ortiq bo'lsa, kuzatilayotgan hududda joylashgan rezervuarning bosimini pasaytirish paytida neft va neft mahsulotlarining to'kilish maydoni (9) va (10) formulalar yordamida aniqlanadi; bu holda, relyefning qiyalikini tavsiflovchi koeffitsiyent $K_q = 16$ ga teng deb olinadi.

Tirqish orqasidagi tuproqning ma'lum bir haroratida (ρ_{HH}^T , kg/m^3) neft va neft mahsulotlarining zichligi D.I. Mendeleyevning formulasi bilan aniqlanadi:

$$\rho_{HH}^T = \rho_{20} / (1 + \beta_p \cdot (T_{uh} - 20))$$

ρ_{20} — 200 °C da neft va neft mahsulotlarining zichligi, kg/m³

T_{uh} — rezervuar joylashtirilgan yer yuzasining harorati, °C;

β — 20 °C haroratda neft va neft mahsulotlarining zichligiga qarab olinadigan hajmli kengayish koeffitsiyenti, 1/°C

Rezervuar qoplami orqasidagi tuproqning ma'lum bir haroratida neft va neft mahsulotlarining kinematik qovushqoqligi (v_{HH}^T , m²/c) Reynolds-Filonov formulasi bilan aniqlanadi:

$$v_{HH}^T = v_{xp} \cdot e^{-u(T_{uh}-T_{xp})}$$

bu yerda

v_{xp} — rezervuardagi neft va neft mahsulotlarini saqlash haroratidagi kinematik qovushqoqlik T_{xp} , m²/s;

u — viskogramma qiyalik indeksi, 1/K

Viskogrammaning tiklik indeksi (u , 1/K) quyidagi formula yordamida hisoblanadi:

$$U = 1/(T_{uh} - T_{xp}) \cdot \ln \frac{v_{xp}}{v_{HH}^T}$$

bu yerda

T_{xp} — neft va neft mahsulotlari to'kilgan paytda bakda neft va neft mahsulotlarini saqlash harorati, K.

Shunday qilib, maqolada Bayyes usuli yordamida neft va neft mahsulotlarining to'kilishi oqibatlarini bashorat qilishning matematik modelining qisqacha tavsifi keltirilgan [6]. Jamoat xavfsizligiga texnogen tahdidlar sohasidagi boshqa bashoratli analitik modellar [7, 8] da ko'rib chiqilgan va suyuq sanoat chiqindilarini chiqarish oqibatlarini bashorat qilish modeli va xavfli kimyoviy

moddalarning chiqarilishi oqibatlarini bashorat qilish modeli jurnalning keyingi sonida taqdim etiladi

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Воробьев Ю.Л. Предупреждение и ликвидация аварийных разливов нефти и нефтепродуктов / Ю.Л. Воробьев, В.А. Акимов, Ю.И. Соколов. Изд.2-е, стер. М.: Ин-т риска и безопасности, 2007. 375 с. ISBN978-5-89635-055-2. EDN: QKQRCD.

2. Прогнозно-аналитические решения по природным, техногенным и биолого-социальным угрозам единой системы информационно-аналитического обеспечения безопасности среды жизнедеятельности и общественного порядка «Безопасный город» / В.А. Акимов, А.В. Мишурный, О.В. Якимюк [и др.]. М.: ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2022. 315 с. ISBN978-5-93970-278-2. EDN: MGXNYI.

3. Акимов В.А., Иванова Е.О., Мишурный А.В. АПК «Безопасный город»: исходные данные для прогнозирования последствий разлива нефти и нефтепродуктов в гидросферу // Гражданская защита. 2022.№ 8 (564). С. 35–36.

4. Предварительный национальный стандарт Российской Федерации ПНСТ 775-2022 «Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Безопасный город. Прогнозирование последствий разлива нефти и нефтепродуктов. Общие требования» (утвержден приказом Росстандарта от 29 ноября 2022 г. № 126-пнст).

5. Методика прогнозной и аналитической модели «Разлив нефти и нефтепродуктов». М.: ООО НЦИ, 2021. 109 с.

6. Предварительный национальный стандарт Российской Федерации ПНСТ 762-2022 «Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Безопасный город. Типовая прогнозная аналитическая модель с использованием метода Байеса.

7. Акимов В.А. Аварии на системах электроснабжения: определение индекса приоритета восстановления электроснабжения / В.А. Акимов, А.В. Мишурный // Технологии гражданской безопасности. 2022. Т. 19, № 4 (74). С. 44–47. EDN: RWBXUK.

8. Иванова Е.О. Аварии на системах теплоснабжения: вероятностная оценка развития последствий отказов на тепловой сети / Е.О. Иванова, А.В. Мишурный // Технологии гражданской безопасности. 2022. Т. 19, № 4 (74). С. 48–50. EDN: ZYZBAW.