

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN
SERIES OF AGRICULTURAL SCIENCES

ISSN 2224-526X

Volume 3, Number 39 (2017), 107 – 111

A. Karazhanov, Zh. Demesh

Eurasian National University named after L. N. Gumilev, Astana, Kazakhstan

MODELING OF TECHNOLOGICAL PROCESS OF VEHICLE MAINTENANCE

Abstract. Addressing increasing product reliability is one of the most important tasks, which are of great economic importance. Development of a mathematical model, determine the optimal values of the indicators of durability units of buses on the criterion of cost minimization is the problem of the study.

Keywords: technology services, mathematical modeling, technological process.

ӘОЖ 629.331

А. А. Каражанов, Ж. Қ. Демеш

Л. Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана, Қазақстан

АВТОКӨЛІКТІҢ СЕНІМДІЛІК ДЕҢГЕЙІН ОҢТАЙЛАНДЫРУДЫҢ МАТЕМАТИКАЛЫҚ МОДЕЛІН ӘЗІРЛЕУ

Аннотация. Бұйымдардың сенімділік деңгейін арттыру мәселесін шешу үлкен халық шаруашылығы маңызы бар маңызды міндеттердің бірі болып табылады. Осы мақалада математикалық модельдеу арқылы автокөліктің сенімділік деңгейін оңтайландыру әдістері қарастырылған.

Сенімділікті қолдауға арналған шығындарды анықтаудың математикалық модельдері әзірленіп, шығындар ара қатынасының есептік терминдерінде көрінетін математикалық модель анықталынған.

Түйін сөздер: технологиялық қызмет көрсету, математикалық модельдеу, технологиялық үдеріс.

Кіріспе. Сенімділікті арттыру машиналардың бос тұрып қалуларын қысқартады, техникалық қызмет көрсету және ағымдағы жөндеуді ұйымдастыруды жеңілдетеді, қажетті қосалқы бөлшектердің және т.б. санын азайтады, яғни бұйымдарды пайдалануға арналған шығындарды азайтуға әкеледі. Осы кездегі сенімділікті арттыру бұйымдарды жобалау және өндіру, сынақтан өткізу және барынша жетілдіруге арналған белгілі бір шығындарға байланысты.

Материалдар мен әдістемелер. Шығындарды арттыру бастапқы шикізат пен материалдар сапасының өзгеруімен, конструкциялық анықтап алу деңгейіне, өндіріс техникасы мен технологиясына, бақылау мен сынақтан өткізу жүйесі мен құралдарына және т.б. байланысты орын алады. Бұл кейбір жағдайда шығындарды арттыру пайдаланудан алынған тиімділікті жабуы мүмкін, сондықтан максимум экономикалық тиімділікке қол жеткізетін сенімділікті арттырудың жаңа тәсілін таңдау маңызды. Осы көзқарас тұрғысынан бұл проблема сенімділіктің оңтайлы мәндерінің болуына арналған белгілі бір экономикалық-математикалық міндеттерді шешуге әкеледі, сол кезде атқарылған жұмыс көлеміне жататын өндіру мен пайдалану кезіндегі қосынды шығындар барынша аз болады.

Осылайша, сенімділікті оңтайландырудың мақсатты функциясы келесі түрде берілуі мүмкін:

$$C_{y\phi} = \frac{C_0 + C_{mn}(t)}{t} \rightarrow \min, \quad (1)$$

мұнда C_0 – объекті өндірісіне арналған шығындар; $C_m(t)$ – атқарым (атқарылған жұмыс көлемі) ішіндегі t объектіні пайдалану кезіндегі шығындар; t – объектінің атқарымы (атқарылған жұмыс көлемі).

Берілген мақсатты функциялардан айқын көрінгендей, сенімділікті арттыру проблемасында экономикалық мәселелер техникалық мәселелермен қатар шешуші мәселелер болып табылады.

Берілген шолудан байқалғандай жұмыстарда, негізінен, сенімділік әдістері, сенімділікке арналған сынақтар, сенімділік туралы статистикалық деректерді жинау мен өңдеу қарастырылады. Алайда сенімділік теориясының маңызды мәселелерінің бірі – сенімділік көрсеткіштеріне ғылыми тұрғыдан негізделген талаптарды анықтау мәселесі – осыған дейін нақты әзірленбеген болып табылады. Бірқатар жағдайда конструктивті элементтердің орташа ресурстарының сенімділік көрсеткіштеріне қойылатын талаптар тұжырымдалды.

Қарастырылған жұмыстарда әзірленген математикалық модельдерді пайдалану белгілі бір қиыншылықтарды тудырады, өйткені әрбір модель тек жеке мәселелерді шешуге мүмкіндік береді. Мысалы, кейбір жұмыстарда конструктивті элементтердің орташа ресурстарын арттырудың, ал топтағы ауыстыруға жататын тетіктерге арналған түрлендіру коэффициентін азайтудың мақсатқа сай екендігі зерттеледі.

Осыған байланысты конструктивті элементтердің ресурстарын және түрлендіру коэффициенттерін бір уақытта өзгерту есебінен сенімділік деңгейін оңтайландыруды модельдеу әдісі мен инженерлік әдістемені әзірлеу маңызды болып табылады. Бұл әдістеме сенімділік және құн критерийлері арасындағы талап етілетін сандық ара қатыстарды белгілеуге мүмкіндік береді.

Әдіс ағымдағы жөндеуді алдын ала талдауды және оларды жіктеуді қарастырады, тоқтаусыз жұмыс істейтін (немесе тоқтаусыз жұмыс істеуді лимиттейтін) тетіктер тобын анықтайды. Бұл ретте топқа осы немесе басқа жөндеуді орындау кезіндегі бірдей бөлшектеу деңгейінде болатын элементтерді ауыстыру кезіндегі еңбек сыйымдылығы бар тетіктерді біріктіреді. Ағымдағы жөндеу кезінде әрбір топқа енетін тетіктерді ауыстырудың оңтайлы жүйесін таңдауды жүргізетінін атап өту керек.

Тоқтаусыз жұмыс істеуді лимиттейтін бірнеше тетіктерді қамтитын және құрастыру-бөлшектеу позициясы тұрғысынан автономды құрастыру бірліктеріне арналған машина жүйелері мен агрегаттарын бөлшектеу қажет. Ағымдағы жөндеудің құрастырылған әр түрліліктері (АЖӨ) машиналардың бос тұрып қалуларына мүмкіндік беретін өндірісті дайындау мақсатында парк бойынша машиналарды болжамдайтындай, қолдағы бар материалдық және еңбек ресурстарды тиімді пайдаланатындай сипатталған болуы тиіс. Осылайша АЖӨ құнды және сенімділік сипаттамалары болып табылады. Төменде зерттеу объектісінің тоқтаусыз жұмыс істеу көрсеткіштерін, модельдерін және сенімділігін қолдауға арналған шығындарды талдаудың математикалық модельдері қарастырылады.

Меншікті есептеу кезінде объекті атқарымының аралығы $C_{m,ин}(t)$ бойынша объектінің жұмысқа жарамды күйде күтіп ұстауға арналған шығындарын былай анықтауға болады

$$C_{m,ин}(t) = \sum_{j=1}^M C_{отк_j} \omega_j(t), \quad (2)$$

мұнда $C_{отк_j}$ – j -лі АЖӨ өткізуге арналған шығындар; $\omega_j(t)$ – j -лі АЖӨ ағыны параметрі, яғни атқарым бірлігіне арналған j -лі АЖӨ саны; M – зерттеу объектісінің АЖӨ саны.

Пайдалану басталған сәттен бастап объектінің сенімділігін қолдауға арналған қосынды шығындар келесі өрнектермен анықталады:

$$C_m(t) = \sum_{j=1}^M C_{отк_j} \Omega_j(t), \quad (3)$$

мұнда $\Omega_j(t)$ – j -лі АЖӨ жетекші функциясы, яғни t атқарым ішіндегі орташа j -лі АЖӨ.

Пайдалану кезінде жүргізілген зерттеу көрсеткендей айнымалы шығындар $C_{3,4}$ қосалқы бөлшектердің шығынымен, C_M материалдардың шығынымен, C_{np} еңбек шығындарымен, сондай-ақ жөндеудегі объектінің бос тұрып қалу C_{np} шығындарымен байланысты.

Осылайша, элементтерді ауыстырумен байланысты j -лі АЖӨ жүргізуге арналған шығындар былай берілуі мүмкін:

$$C_{OTK_j} = C_{3,4j} + C_{Mj} + C_{mpj} + C_{npj}. \quad (4)$$

Шешілетін міндеттердің сипатына байланысты пайдаланудағы шығындар жоғарыда аталған бір немесе бірнеше құрамдастар бойынша анықталуы мүмкін. Демек, пайдалану кезіндегі шығындар сенімділігін арттыру міндеттерін шешу кезінде бір құрамдасты – қосалқы бөлшектерге арналған $C_{3,4}$ шығындарды пайдаланумен анықталады. Қалған шығындар құрамдастар арасындағы байланысты ескеретін тиісті коэффициенттер арқылы анықталады, яғни:

$$C_{OTK_j} = C_{3,4j} (1 + A_j + B_j + C_j), \quad (5)$$

мұнда

$$A_j = \frac{C_{mpj}}{C_{3,4j}}; \quad B_j = \frac{C_{Mj}}{C_{3,4j}}; \quad C_j = \frac{C_{npj}}{C_{3,4j}}$$

теңдеуінде C_{mpj} , C_{Mj} және C_{npj} құны кез келген жүйелерді ауыстыру кезінде практикалық тұрғыдан тұрақты, өйткені кез келген жүйелерді ауыстыру кезіндегі жұмыстардың еңбек сыйымдылығы тұрақты, сондай-ақ объектінің аталған (j -лі) құрастыру бірліктерін жою кезіндегі жұмыстардың еңбек сыйымдылығы да тұрақты.

Тұтас объектіде сенімділікті қолдауға арналған шығындар үшін келесі өрнектер болады:

$$C_{nn}(t) = \sum_{j=1}^M (C_{3,4j} + C_{Mj} + C_{mpj} + C_{npj}) \Omega_j(t) = \sum_{j=1}^M [C_{3,4j} \Omega_j(t) + C_{Mj} \Omega_j(t) + C_{mpj} \Omega_j(t) + C_{npj} \Omega_j(t)] = (1 + A + B + C) \sum_{j=1}^M C_{3,4j} \Omega_j(t) \quad (6)$$

мұнда тұтас алғанда объектіге арналған шығындардың A , B және C ара қатыстары

$$A = \frac{\sum_{j=1}^M C_{mpj} \Omega_j(t)}{\sum_{j=1}^M C_{3,4j} \Omega_j(t)}; \quad B = \frac{\sum_{j=1}^M C_{Mj} \Omega_j(t)}{\sum_{j=1}^M C_{3,4j} \Omega_j(t)}; \quad C = \frac{\sum_{j=1}^M C_{npj} \Omega_j(t)}{\sum_{j=1}^M C_{3,4j} \Omega_j(t)}. \quad (7)$$

A_j , B_j және C_j салыстырып қарағанда берілген ара қатыстарындағы A , B және C шамалары айнымалылар болып табылады және әрбір АЖӨ жетекші функцияларының мәндеріне, яғни t атқарымға байланысты.

Ара қатынастарды назарға алуды қабылдай отырып, коэффициенттерді келесі түрде беруіміз болады

$$A = \frac{\sum_{j=1}^M A_j C_{3,4j} \Omega_j(t)}{\sum_{j=1}^M C_{3,4j} \Omega_j(t)}; \quad B = \frac{\sum_{j=1}^M B_j C_{3,4j} \Omega_j(t)}{\sum_{j=1}^M C_{3,4j} \Omega_j(t)}; \quad C = \frac{\sum_{j=1}^M C_j C_{3,4j} \Omega_j(t)}{\sum_{j=1}^M C_{3,4j} \Omega_j(t)}. \quad (8)$$

Алынған өрнектерден жасалған талдауға байланысты, егер барлық АЖӨ үшін шығындардың ара қатыстары өзара тең болса, онда объекті үшін тұтас алғандағы осы коэффициенттер осы мәндерге ие болады, яғни бұл жағдайда шығындардың ара қатыстары тұрақты және тең болып табылады:

$$A = A_j; \quad B = B_j \quad \text{және} \quad C = C_j.$$

Егер әрбір АЖӨ-де қосалқы бөлшектерге арналған шығындар бірдей болса және бұл ретте жетекші функциялар бірдей мәндерді қабылдайтын болса, онда бұл жағдайда аламыз:

$$A = \frac{\sum_{j=1}^M A_j}{M}; \quad B = \frac{\sum_{j=1}^M B_j}{M} \quad \text{және} \quad C = \frac{\sum_{j=1}^M C_j}{M}.$$

яғни объектінің A , B , C коэффициенттері жекелеген АЖӨ шығындарының ара қатыстарының орташа арифметикалық коэффициенттеріне тең болады.

Бұл жағдай яғни бірдей сенімділік сипаттамасы және құны бар, бірақ бөлшектеудің әр түрлі деңгейінде орналасқан бірдей элементтері бар объектілер үшін әділ болуы айқын көрінеді.

Демек, $t \gg t_{cpi}$ $\Omega_j(t) \approx t/t_{cpi}$ кезінде, мұнда $t_{cpi} - j$ -лі АЖӨ дейінгі орташа атқарымын назарға алуды қабылдай отырып аламыз

$$A = \frac{\sum A_j K_j}{\sum K_j}; \quad B = \frac{\sum B_j K_j}{\sum K_j}; \quad C = \frac{\sum C_j K_j}{\sum K_j}, \quad (9)$$

Осылайша, A , B және C коэффициенттерінің шамалары және үлкен атқарымдар кезіндегі шығындардың ара қатынастары тұрақты болып табылады, яғни ара қатыстарының кейбір шектері болады.

Ақырында, егер j -лі АЖӨ-дегі қосалқы бөлшектердің құны өзара тең болса, онда объектіге арналған шығындардың ара қатыстары келесі өрнектер үшін әділ болып саналады:

$$A = \frac{\sum A_j \Omega_j(t)}{\sum \Omega_j(t)}; \quad B = \frac{\sum B_j \Omega_j(t)}{\sum \Omega_j(t)}; \quad C = \frac{\sum C_j \Omega_j(t)}{\sum \Omega_j(t)}. \quad (10)$$

Егер топтағы жекелеген тетіктердің тоқтаусыз жұмыс істеу көрсеткіштерін жақсарту жүргізілсе, онда, бұл негізінен, тиісті АЖӨ-ге дейінгі атқарымды ұлғайтады, ал бұл $\Omega'_j(t) < \Omega_j(t)$ жетекші функциясының азаюымен ілесе жүреді, мұнда $\Omega'_j(t)$ – сенімділікті арттыратын іс-шараларды жүргізгеннен кейінгі j -лі АЖӨ жетекші функциясы.

Егер жекелеген тетіктердің сенімділігін жақсарту кезінде кейбір атқарым үшін жинақталған бұл шығындарды қарастыру керек болса, онда жеңіл ауыстыруға болады, яғни жетекші функцияларының мәндерін азайту, яғни t атқарымға істен шығулар санын азайту салдарынан азайтуға болады. Бұл ретте келесі ара қатыстар әділ болады

$$C'_{mji}(t) = C_{mji}(t) \frac{\Omega'_j(t)}{\Omega_j(t)}; \quad C'_{Mj}(t) = C_{Mj}(t) \frac{\Omega'_j(t)}{\Omega_j(t)}; \quad C'_{npj}(t) = C_{npj}(t) \frac{\Omega'_j(t)}{\Omega_j(t)} \quad (11)$$

мұнда $C'_{mji}(t)$, $C'_{Mj}(t)$, $C'_{npj}(t)$ – жекелеген элементтердің тоқтаусыз жұмыс істеуін жетілдіруден кейінгі шығындар.

Элементтердің сенімділік көрсеткіштерін жақсарту кезінде ағымдағы жөндеудің бірнеше әртүрліліктері (АЖӨ) ($i = 1, 2, \dots, a$), A' формуласы келесі түрді қабылдайды

$$A' = A \frac{1 - \frac{\sum_{i=1}^a (C_{mji}(t) - C'_{mji}(t))}{\sum_{j=1}^M C_{mji}(t)}}{1 - \frac{\sum_{i=1}^a (C_{3,чi}(t) - C'_{3,чi}(t))}{\sum_{j=1}^M C_{3,чj}(t)}}. \quad (12)$$

B' және C' коэффициенттері үшін осыған ұқсас өрнек алады.

Тетіктерді жетілдіруге дейінгі және содан кейінгі A , B , C коэффициенттерін біле отырып, объектінің сенімділігін қолдауға арналған тиісті қосынды шығындарды анықтауға болады

$$C_{nn}(t) = (1 + A + B + C) C_{3,ч}(t) = (1 + A + B + C) \sum_{j=1}^M C_{3,чj}(t) \quad (13)$$

және

$$C'_{m'}(t) = (1 + A' + B' + C')C'_{3,4}(t) = (1 + A' + B' + C') \sum_{j=1}^M C'_{3,4j}(t).$$

Зерттеу нәтижелері. Осылайша, шығын қосындыларын есептеу үшін қосалқы бөлшектерге арналған шығындарды және жоғарыда көрсетілген коэффициенттерді, сондай-ақ тиісті АЖӘ жүргізуге дейін объектінің тоқтаусыз істен шығу көрсеткіштерінің мәндерін, мысалы, орташа атқарым және түрлендіру коэффициенттерін білу жеткілікті. Бұл ретте АЖӘ сенімділік көрсеткіштері АЖӘ-де тетіктердің санына, сондай-ақ осы немесе өзге АЖӘ-де қолданылатын ауыстыру стратегиясына байланысты болады. Бір уақытта ауыстыру тобына тетіктерді біріктіру қосалқы бөлшектерге арналған шығындарды арттырады, бірақ жөндеу санын азайтады, сондықтан, еңбекақыға арналған шығындарды және бос тұрып қалулар өтемақыларын азайтады. Сондықтан оңтайлы ауыстыру жүйелерін таңдау кезінде бірнеше нұсқаларды қайта іріктеу қажет.

ӘДЕБИЕТ

- [1] Концепция развития перехода Республики Казахстан к устойчивому развитию на 2007-2024 г. – Астана, 2006.
- [2] Программа по развитию транспортной инфраструктуры в Республике Казахстан на 2010-2014 ж. – Астана, 2010.
- [3] Кузнецов Е.С. Техническая эксплуатация автомобилей. – М.: Наука, 2001. – 535 б.
- [4] Власов В.М. Технические обслуживания и ремонта автомобилей. – М., 2006. – 480 б.
- [5] Фадеева Л.Н. и др. Теория вероятностей и математическая статистика. – М.: Эксмо, 2006. – 336 б.
- [6] Краткий Автомобильный справочник НИИАТ. – М.: Транспорт, 1983. – 224 б.
- [7] Аринин И.Н. техническая эксплуатация автомобилей. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2007. – 314 б.
- [8] Курчаткин В.В. Надежность и ремонт машин. – М.: Колос, 2000. – 776 б.
- [9] Положение о техническом обслуживании и ремонта подвижного состава автомобильного транспорта. – М.: Транспорт, 1998.

REFERENCES

- [1] The Concept of the Development of the Transition of the Republic of Kazakhstan to Sustainable Development for 2007-2024. Astana, 2006.
- [2] Program for the development of transport infrastructure in the Republic of Kazakhstan for 2010-2014. Astana, 2010.
- [3] Kuznetsov E.S. Technical operation of cars. M.: Science, 2001. 535 p.
- [4] Vlasov V.M. Maintenance and repair of cars. M., 2006. 480 p.
- [5] Fadeeva L.N. Theory of Probability and Mathematical Statistics. M.: Eksmo, 2006. 336 p.
- [6] Brief Automotive Directory of NIAT. M.: Transport, 1983. 224 p.
- [7] Arinin I.N. Technical operation of cars. Rostov-na-Donu: Phoenix, 2007. 314 p.
- [8] Kurchatkin V. Reliability and repair of machines. M.: Kolos, 2000. 776 p.
- [9] Regulation on maintenance and repair of rolling stock of motor vehicles. M.: Transport, 1998.

А. А. Каражанов, Ж. К. Демеш

Евразийский национальный университет им. Л. Н. Гумилева, Астана, Казахстан

РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ОПТИМАЛЬНОГО УРОВНЯ НАДЕЖНОСТИ АВТОТРАНСПОРТА

Аннотация. Решение вопросов повышения надежности изделий является одной из важнейших задач, имеющих большое народнохозяйственное значение. Разработка математической модели, определения оптимальных значений показателей долговечности агрегатов автобусов по критерию минимизации затрат является задачей исследования.

Ключевые слова: технологическое обслуживание, математическое моделирование, технологический процесс.