

НАУКОВИЙ ВІСНИК

Національного
гірничого університету

Рецензований
журнал

5 2020
179

Геологія

Розробка родовищ корисних копалин

Фізика твердого тіла, збагачення корисних копалин

Геотехнічна і гірнична механіка, машинобудування

Електротехнічні комплекси та системи

Технології енергозабезпечення

Екологічна безпека, охорона праці

Інформаційні технології, системний аналіз та керування

Економіка та управління

Головний редактор	Г. Г. Півняк
Заступники головного редактора	О. С. Бешта, О. М. Шашенко
Відповідальний редактор	Т. В. Барна
РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ: (Україна)	К. А. Безручко, В. І. Бондаренко, А. Ф. Булат, О. Г. Вагонова, В. В. Гнатушенко, В. І. Голінько, М. М. Довбніч, Р. О. Дичковський, А. О. Задоя, В. В. Лукінов, В. Г. Маргасова, В. С. Ніценко, О. П. Орлюк, І. П. Отенко, А. В. Павличенко, С. М. Пересада, П. І. Пілов, Ю. І. Пилипенко, Г. М. Пилипенко, В. Ф. Приходченко, В. В. Проців, М. В. Рузіна, В. С. Савчук, В. І. Самуся, О. О. Сдвижкова, В. В. Соболев, І. О. Таран, І. М. Удовік, О. В. Фомін, Т. Г. Шендрік.
ЗАКОРДОННІ ЧЛЕНИ РЕДАКЦІЙНОЇ КОЛЕГІЇ:	Абдеразак Ель Альбані (<i>Університет Пуатьє, Франція</i>); А. Бенселгуб (<i>Університет Баджі Мохтар, Алжир</i>); Ю. Білан (<i>Університет Щецина, Республіка Польща</i>); Г. Грулер (<i>Хайльброннський університет, ФРН</i>); К. Дребенштедт (<i>Технічний університет «Фрайберзька гірничо академія», ФРН</i>); Ю. Дубінські (<i>Головний інститут гірничої справи, Республіка Польща</i>); Лю Баочан (<i>Коледж будівельної інженерії, Університет Цзілінь, Китай</i>); Т. Майхерчик (<i>Гірничо-металургійна академія ім. Станіслава Сташиця, Республіка Польща</i>); В. Наумов (<i>Краківський політехнічний інститут ім. Тадеуша Костюшко, Республіка Польща</i>); Б. Ракішев (<i>Казахський національний технічний університет ім. К. І. Сатпаєва, Республіка Казахстан</i>); Х. Рамадан (<i>Технологічний Університет Бельфор-Монбел'яра, Франція</i>); Б. Ратов (<i>Казахський національний технічний університет ім. К. І. Сатпаєва, Республіка Казахстан</i>); С. Сімон (<i>Бранденбурзький технологічний університет Коттбус-Зенфтенберг, ФРН</i>); А. Смолінські (<i>Головний інститут гірництва, Республіка Польща</i>); Andīna Sprince (<i>Ризький технічний університет, Республіка Латвія</i>); О. Стовас (<i>Норвезький університет природничих наук та технологій, Королівство Норвегія</i>); Д. Стругул (<i>Університет Аделаїди, Австралійський Союз</i>); А. Тайдусь (<i>Гірничо-металургійна академія ім. Станіслава Сташиця, Республіка Польща</i>); В. Чарнецкі (<i>Есслінгенський університет прикладних наук, ФРН</i>); М. Шмідт (<i>Бранденбурзький технічний університет, ФРН</i>), Г. Шмідт (<i>Есслінгенський університет прикладних наук, ФРН</i>).
	Журнал включено до міжнародних наукометричних баз Scopus, Index Copernicus Journal Master List та баз EBSCOhost і ProQuest, каталогів періодичних видань Ulrichsweb Global Serials Directory та ResearchBib, реферується в базі даних «Україніка наукова», у журналах «Джерело» та ВІНІТІ РАН (РФ).
	Передплата здійснюється в поштових відділеннях України за «Каталогом періодичних видань» (передплатний індекс: 89166) і в передплатних агентствах «Укрінформнаука» (індекс: 10107) та «Ідея» (індекс: 17736).
	Комп'ютерна верстка Т. О. Клименко. Коректор М. Т. Сисун. Журнал підписано до друку за рекомендацією вченої ради Національного технічного університету «Дніпровська політехніка» (протокол № 9 від 23.09.2020 року)
Журнал зареєстровано	у Міністерстві юстиції України. Реєстраційний номер КВ № 24305-14145ПР від 27.12.2019. Наклад 200 прим. Зам. № 1. Підписано до друку 19.10.2020. Формат 60 × 90/8. Ум. друк. арк. 20. Папір офсетний.
Засновник та видавець	Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», м. Дніпро. «Свідоцтво суб'єкта видавничої справи» ДК №1842 від 11.06.2004
Адреса видавця та редакції:	49005, м. Дніпро, просп. Д. Яворницького, 19, корпус 3, к. 24а Тел.: (056) 746 32 79, e-mail: nv.ngu@ukr.net; www.nvngu.in.ua; nv.nmu.org.ua
Виготовлення:	ПП КФ «Герда». 49000, м. Дніпро, просп. Д. Яворницького, 60. «Свідоцтво суб'єкта видавничої справи» ДК №397 від 03.04.2001

NAUKOVYI VISNYK

Natsionalnoho
Hirnychoho Universytetu

Peer-reviewed
journal

5 2020
179

Geology

Mining

Solid State Physics, Mineral Processing

Geotechnical and Mining Mechanical Engineering,
Machine Building

Electrical Complexes and Systems

Power Supply Technologies

Environmental Safety, Labour Protection

Information Technologies,
Systems Analysis and Administration

Economy and Management

<i>Editor-in-chief</i>	G. G. Pivnyak
<i>Deputy editors-in-chief</i>	O. S. Beshta, O. M. Shashenko
<i>Executive editor</i>	T. V. Barna
EDITORIAL BOARD: (Ukraine)	K. A. Bezruchko, V. I. Bondarenko, A. F. Bulat, M. M. Dovbnich, R. O. Dychkovskiy, O. V. Fomin, V. I. Golinko, V. V. Hnatushenko, V. V. Lukinov, V. G. Marhasova, V. S. Nitsenko, O. P. Orliuk, I. P. Otenko, A. V. Pavlychenko, S. M. Peresada, P. I. Pilov, Yu. I. Pylypenko, G. M. Pylypenko, V. F. Prykhodchenko, V. V. Protsiv, M. V. Ruzina, V. S. Savchuk, V. I. Samusia, Ye. A. Sdvizhkova, V. V. Soboliev, I. O. Taran, I. M. Udovik, O. G. Vagonova, T. G. Shendrik, A. O. Zadoia.
FOREIGN MEMBERS	Abderrazzak El Albani (<i>Université de Poitiers, France</i>); A. Benselhoub (<i>Badjhi Mokhtar</i>
OF EDITORIAL BOARD:	<i>University, Algeria</i>); Yu. Bilan (<i>Szczecin University, Poland</i>), G. Gruhler (<i>Heilbronn University, Federal Republic of Germany</i>); C. Drebenstedt (<i>Freiberg University of Mining and Technology, Federal Republic of Germany</i>); J. Dubinski (<i>Central Mining Institute, Republic of Poland</i>); Liu Baochang (<i>College of Construction Engineering, Jilin University, China</i>); T. Majcherczyk (<i>AGH University of Science and Technology, Republic of Poland</i>); V. Naumov (<i>Cracow University of Technology, Republic of Poland</i>); B. Rakishev (<i>Kazakh National Technical University after K. I. Satpaev, Republic of Kazakhstan</i>); H. Ramadan (<i>The University of Technology of Belfort-Montbéliard, France</i>); B. Ratov (<i>Kazakh National Research Technical University, Republic of Kazakhstan</i>); S. Simon (<i>The Brandenburg University of Technology Cottbus-Senftenberg, Federal Republic of Germany</i>); A. Smolinski (<i>Central Mining Institute, Republic of Poland</i>); Andīna Sprince (<i>Riga Technical University, The Republic of Latvia</i>); A. Stovas (<i>The Norwegian University of Science and Technology, Kingdom of Norway</i>); J. Strugul (<i>The University of Adelaide, Commonwealth of Australia</i>); A. Tajduś (<i>AGH University of Science and Technology, Republic of Poland</i>); W. Czarnetzki (<i>The Esslingen University of Applied Sciences, Federal Republic of Germany</i>); M. Schmidt (<i>The Brandenburg Technical University, Federal Republic of Germany</i>), G. Schmidt (<i>The Esslingen University of Applied Sciences, Federal Republic of Germany</i>).
	The journal has been included in Scopus, Index Copernicus Journal Master List, ProQuest, EBSCOhost, Ulrichsweb Global Serials Directory, ResearchBib, Ukrainika naukova, Dzhherelo, abstract journal VINITI RAS (Russia).
	Subscription for the journal can be done in post offices of the Ukraine (subscription index in Subscription Publication Catalogue is 89166) and in the subscription agencies Ukrinformnauka (index in Subscription Publication Catalogue is 10107) and Ideia (index is 17736)
	Makeup T. A. Klimenko. Proofreading M. T. Sysun. Passed for printing under recommendation of Academic Council of Dnipro University of Technology (transaction No. 9 dated September 23, 2020).
Certified	by Ministry of Justice of Ukraine. Registration number KB No. 24305-14145PR dated December 27, 2019. Passed for printing October 19, 2020. Sheet size 60 × 90/8. Presswork 20. Offset paper. Number of copies printed 200. Order No. 1.
Founder and publisher	Dnipro University of Technology, Dnipro Certificate of Publisher ДК No.1842 dated June 11, 2004
Address of publisher and editorial office:	19, D. Yavornytskoho Ave., building 3, room 24a, Dnipro, 49005 Tel.: (056) 746 32 79, e-mail: nv.ngu@ukr.net, www.nvngu.in.ua; nv.nmu.org.ua
Production	PP KF "Gerda". 60, D. Yavornytskoho Ave., Dnipro, 49000. Certificate of Publisher ДК No.397 dated April 3, 2001

CONTENTS

Geology	5
V. I. Parafilov, A. Amangeldikyzy, V. S. Portnov, A. N. Kopobayeva, A. D. Maussymbayeva. Geochemical specialization of the Shubarkol deposit coals	5
N. E. Fomenko. Anomaly of the natural constant electric field of large magnitude in technogenically disturbed layers of anthracite	11
Mining	17
V. I. Bondarenko, I. A. Kovalevska, H. A. Symanovych, M. V. Barabash, V. H. Snihur. Peculiarities of mining the protecting pillar in the laminal massif of soft rocks	17
Solid State Physics, Mineral Processing	26
A. O. Bondarenko, P. O. Maliarenko, Ye. Zapara, S. P. Bliskun. Testing of the complex for gravitational washing of sand	26
A. Yu. Dreus, V. I. Bondarenko, V. S. Biletskyi, R. S. Lysenko. Mathematical simulation of heat and mass exchange processes during dissociation of gas hydrates in a porous medium	33
L. I. Solonenko, R. V. Usenko, K. I. Uzlov, A. V. Dziubina, S. I. Repiakh. Carbonization and crushability of structured sand-sodium-silicate mixtures.	40
V. I. Golik, Yu. V. Dmitrak, V. S. Brigida. Impact of duration of mechanochemical activation on enhancement of zinc leaching from polymetallic ore tailings	47
Geotechnical and Mining Mechanical Engineering, Machine Building	55
A. Boustila, A. Hafsaoui, M. Fredj, S. Yahyaoui. Maximum surface settlement induced by shallow tunneling in layered ground	55
D. L. Vasyliov, V. F. Hankevych, T. V. Moskalova, O. V. Livak. The character of disruption of the rocks surface during rapid cooling	61
D. D. Baskanbayeva, L. A. Krupnik, K. K. Yelemessov, S. A. Bortebayev, A. E. Igbayeva. Justification of rational parameters for manufacturing pump housings made of fibroconcrete	68
M. O. Pozdnyshov, S. O. Davydov. Experimental research on hydraulic resistance of deformed woven meshes	75
V. Boiko, M. Sotnyk, V. Moskalenko, A. Chernobrova. Recirculation power in the balance of hydraulic losses of centrifugal pump	82
O. Voznyak, N. Spodyniuk, Yu. Yurkevych, I. Sukholova, O. Dovbush. Enhancing efficiency of air distribution by swirled-compact air jets in the mine using the heat utilizators	89
A. V. Rudyk, V. M. Chupryna, G. V. Pasov, V. I. Venzhega. Methods for determining the efficiency of the grinding process	95
Power Supply Technologies	101
V. Tytiuk, O. Chorny, Yu. Zacheva, V. Kuznetsov, M. Tryputen. Control of the start of high-powered electric drives with the optimization in terms of energy efficiency	101
Environmental Safety, Labour Protection	109
O. V. Nazarenko, A. V. Ivanchenko. Research on technology of complex processing of phosphogypsum.	109
V. Koziuk, Yu. Hayda, O. Dluhopolskyi, V. Martynyuk, Yu. Klaviv. Efficiency of environmental taxation in European countries: comparative analysis	115
Yu. A. Turlova, H. S. Polishchuk. Certain topical issues of criminalization of illegal amber mining	122
Information Technologies, Systems Analysis and Administration	129
O. B. Zachko, D. O. Chalyy, D. S. Kobylkin. Models of technical systems management for the forest fire prevention.	129
S. I. Cheberiyachko, L. S. Koriashkina, O. V. Deryugin, M. M. Odnovol. Rational organization of the work of an electric vehicle maintenance station.	136

Economy and Management	143
M. Vaintraub, I. Kamenska, O. Bokshyts. Strategic risk management in the development of university education in Ukraine	143
I. I. Nikolina, I. O. Hulivata, L. P. Husak, L. M. Radzihovska, I. I. Nikolina. Assessment of digitalization of public management and administration at the level of territorial communities	150
H. Tarasiuk, O. Pashchenko, O. Milinchuk, A. Chahaida, O. Sienko. Methodical aspects of stability development assessment of enterprises	157
H. M. Pylypenko, V. V. Prokhorova, O. B. Mrykhina, O. Ya. Koleshchuk, S. A. Mushnykova. Cost evaluation models of R&D products of industrial enterprises	163
D. S. Bukreieva. Peculiarities of formation of the country's innovative environment based on complex analysis of resources of innovation	171
V. Shvets, O. Tryfonova, H. Solomina, Ya. Petrova. Theoretical and methodological foundations for the evaluation of management efficiency of joint investment institutions	178
Yu. V. Honcharov, I. Yu. Shtuler, V. V. Serzhanov, T. O. Makukh. Paradigm of state regulation and structural transformation of the national economy from the standpoint of homeostasis	184
O. Novak, S. Musichuk, S. Zuenko. Management culture: the role of university startups	193
A. V. Cherep, N. V. Katkova, I. S. Murashko, S. A. Burlan, O. S. Tsyhanova. Identification and assessment the factors of influence on the formation of the machine-building enterprise sustainable development mechanism	199

ЗМІСТ

Геологія	5
В. І. Парафілов, В. С. Портнов, А. Амангельдікیزی, А. Н. Копобаєва, А. Д. Маусимбаєва. Геохімічна спеціалізація вугілля Шубаркольського родовища	5
М. Є. Фоменко. Аномалія природного постійного електричного поля великої величини в техногенно-порушених пластах антрациту	11
Розробка родовищ корисних копалин	17
В. І. Бондаренко, І. А. Ковалевська, Г. А. Симанович, М. В. Барабаш, В. Г. Снігур. Особливості відпрацювання охоронного цілика в шаруватому масиві слабких порід	17
Фізика твердого тіла, збагачення корисних копалин	26
А. О. Бондаренко, П. О. Маляренко, Є. С. Запара, С. П. Блискун. Дослідне тестування комплексу для гравітаційного промивання піску	26
А. Ю. Дреус, В. І. Бондаренко, В. С. Білецький, Р. С. Лисенко. Математичне моделювання процесів тепломасообміну при розкладенні газових гідратів у пористому середовищі	33
Л. І. Солоненко, Р. В. Усенко, К. І. Узлов, А. В. Дзюбіна, С. І. Реп'ях. Карбонізація та обсіпальність структурованих піщано-рідкоскляних сумішей	40
В. І. Голик, Ю. В. Дмитрак, В. С. Бригіда. Вплив тривалості механохімічної активації на підвищення ступеня вилуговування цинку із хвостів поліметалевих руд	47
Геотехнічна і гірничо механіка, машинобудування	55
А. Бустіла, А. Хафсауї, М. Фредж, С. Яхяуї. Максимальне осідання поверхні внаслідок неглибокого тунелювання шаруватих порід	55
Д. Л. Васильєв, В. Ф. Ганкевич, Т. В. Москальова, О. В. Лівак. Характер руйнування поверхневого шару гірських порід при різкому охолодженні	61
Д. Д. Басканбаєва, Л. А. Крупнік, К. К. Елемесов, С. А. Бортебаєв, А. Є. Імбаєва. Обґрунтування раціональних параметрів виготовлення корпусів насосів із фібробетону	68
М. О. Позднишев, С. О. Давидов. Експериментальне дослідження гідравлічного опору деформованих сіток	75
В. С. Бойко, М. І. Сотник, В. В. Москаленко, А. К. Черноброва. Потужність гідравлічного гальмування в балансі гідравлічних втрат відцентрового насоса	82
О. Т. Возняк, Н. А. Сподинок, Ю. С. Юркевич, І. Є. Сухолова, О. М. Довбуш. Підвищення ефективності повітророзподілу закручено-компактними струменями в гірничій шахті з використанням теплоутилізаторів	89
А. В. Рудик, В. М. Чуприна, Г. В. Пасов, В. І. Венжега. Методика визначення показника ефективності процесу шліфування	95
Технології енергозабезпечення	101
В. К. Титюк, О. П. Чорний, Ю. В. Зачепа, В. В. Кузнецов, М. М. Трипутень. Керування пуском потужних електроприводів з оптимізацією за енергетичною ефективністю	101
Екологічна безпека, охорона праці	109
О. В. Назаренко, А. В. Іванченко. Дослідження технології комплексної переробки фосфогіпсу	109
В. В. Козюк, Ю. І. Гайда, О. В. Длугопольський, В. П. Мартинюк, Ю. М. Клапків. Ефективність екологічного оподаткування в європейських країнах: порівняльний аналіз	115
Ю. А. Турлова, Г. С. Поліщук. Деякі проблемні питання криміналізації незаконного видобування бурштину	122
Інформаційні технології, системний аналіз та керування	129
О. Б. Зачко, Д. О. Чалий, Д. С. Кобилкін. Моделі управління технічними системами запобігання виникнення лісових пожеж	129

С. І. Чеберячко, Л. С. Коряшкіна, О. В. Дерюгін, М. М. Одновол. Рациональна організація роботи станції технічного обслуговування електромобілів	136
Економіка та управління	143
М. А. Вайнтрауб, І. С. Каменська, О. М. Бокшиц. Стратегічне управління ризиками в розвитку університетської освіти в Україні	143
І. І. Ніколіна, І. О. Гулівата, Л. П. Гусак, Л. М. Радзіховська, І. І. Ніколіна. Оцінювання цифровізації публічного управління та адміністрування на рівні територіальних громад	150
Г. М. Тарасюк, О. П. Пашенко, О. В. Мілінчук, А. О. Чагайда, О. В. Сенько. Методичні аспекти оцінки стабільності розвитку підприємств	157
Г. М. Пилипенко, В. В. Прохорова, О. Б. Мрихіна, О. Я. Колещук, С. А. Мушнікова. Моделі вартісного оцінювання науково-технічних розробок промислових підприємств	163
Д. С. Букреєва. Особливості формування інноваційного середовища країни на основі індикативного аналізу ресурсів інновацій	171
В. Я. Швець, О. В. Трифонова, Г. В. Соломіна, Я. І. Петрова. Теоретико-методичні засади оцінювання ефективності управління інститутами спільного інвестування	178
Ю. В. Гончаров, І. Ю. Штулер, В. В. Сержанов, Т. О. Макух. Парадигма державного регулювання та структурної трансформації національної економіки з позицій гомеостазису.	184
О. М. Новак, С. М. Мусійчук, Н. О. Зуєнко. Культура управління: роль університетських стартапів	193
А. В. Череп, Н. В. Каткова, І. С. Мурашко, С. А. Бурлан, О. С. Циганова. Ідентифікація та оцінка факторів впливу на формування механізму стійкого розвитку підприємства машинобудування.	199

СОДЕРЖАНИЕ

Геология	5
В. И. Парафилов, В. С. Портнов, А. Амангельдиқызы, А. Н. Копобаева, А. Д. Маусымбаева. Геохимическая специализация углей Шубаркольского месторождения	5
Н. Е. Фоменко. Аномалия естественного постоянного электрического поля большой величины в техногенно-нарушенных пластах антрацита	11
Разработка месторождений полезных ископаемых	17
В. И. Бондаренко, И. А. Ковалевская, Г. А. Симанович, М. В. Барабаш, В. Г. Снингур. Особенности отработки охранного целика в слоистом массиве слабых пород	17
Физика твердого тела, обогащение полезных ископаемых	26
А. А. Бондаренко, П. А. Маляренко, Е. С. Запара, С. П. Блискун. Опытное тестирование комплекса для гравитационного промывания песка	26
А. Ю. Дреус, В. И. Бондаренко, В. С. Билецкий, Р. С. Лысенко. Математическое моделирование процессов тепломассобмена при разложении газовых гидратов в пористой среде	33
Л. И. Солоненко, Р. В. Усенко, К. И. Узлов, А. В. Дзюбина, С. И. Репях. Карбонизация и осыпаемость структурированных песчано-жидкостекольных смесей	40
В. И. Голик, Ю. В. Дмитрак, В. С. Бригида. Влияние продолжительности механохимической активации на повышение степени выщелачивания цинка из хвостов полиметаллических руд	47
Геотехническая и горная механика, машиностроение	55
А. Бустила, А. Хафсауи, М. Фредж, С. Яхяуи. Максимальное оседание поверхности вследствие неглубокого туннелирования слоистых пород	55
Д. Л. Васильев, В. Ф. Ганкевич, Т. В. Москалева, О. В. Ливак. Характер разрушения поверхностного слоя горных пород при резком охлаждении	61
Д. Д. Басканбаева, Л. А. Крупник, К. К. Елемесов, С. А. Бортебаев, А. Е. Игбаева. Обоснование рациональных параметров изготовления корпусов насосов из фибробетона	68
Н. О. Позднышев, С. А. Давыдов. Экспериментальное исследование гидравлического сопротивления деформированных сеток	75
В. С. Бойко, Н. И. Сотник, В. В. Москаленко, А. К. Черноброва. Мощность гидравлического торможения в балансе гидравлических потерь центробежного насоса	82
О. Т. Возняк, Н. А. Сподинюк, Ю. С. Юркевич, И. Е. Сухолова, О. Н. Довбуш. Повышение эффективности воздухораспределения закручено-компактными струями в горной шахте с использованием теплоутилизаторов	89
А. В. Рудик, В. М. Чуприна, Г. В. Пасов, В. И. Венжега. Методика определения показателя эффективности процесса шлифования	95
Технологии энергообеспечения	101
В. К. Тытюк, А. П. Черный, Ю. В. Зачепа, В. В. Кузнецов, Н. М. Трипутень. Управление пуском мощных электроприводов с оптимизацией по энергетической эффективности	101
Экологическая безопасность, охрана труда	109
О. В. Назаренко, А. В. Иванченко. Исследование технологии комплексной переработки фосфогипса	109
В. В. Козюк, Ю. И. Гайда, А. В. Длугопольский, В. П. Мартынюк, Ю. М. Клапкв. Эффективность экологического налогообложения в европейских странах: сравнительный анализ	115
Ю. А. Турлова, Г. С. Полищук. Некоторые проблемные вопросы криминализации незаконной добычи янтаря	122
Информационные технологии, системный анализ и управление	129
О. Б. Зачко, Д. А. Чалый, Д. С. Кобылкин. Модели управления техническими системами предотвращения возникновения лесных пожаров	129

С. И. Чеберячко, Л. С. Коряшкина, О. В. Дерюгин, Н. Н. Одновол. Рациональная организация работы станции технического обслуживания электромобилей	136
Экономика и управление	143
М. А. Вайнтрауб, И. С. Каменская, Е. Н. Бокшиц. Стратегическое управление рисками в развитии университетского образования в Украине.	143
И. И. Николина, И. А. Гуливата, Л. П. Гусак, Л. Н. Радзиховская, И. И. Николина. Оценка цифровизации публичного управления и администрирования на уровне территориальных общин	150
Г. Н. Тарасюк, О. П. Пашенко, О. В. Милинчук, А. О. Чагайда, Е. В. Сенько. Методические аспекты оценки стабильности развития предприятий	157
А. Н. Пилипенко, В. В. Прохорова, О. Б. Мрыхина, О. Я. Колещук, С. А. Мушникова. Модели стоимостной оценки научно-технических разработок промышленных предприятий	163
Д. С. Букреева. Особенности формирования инновационной среды страны на основе индикативного анализа ресурсов инноваций	171
В. Я. Швец, Е. В. Трифонова, А. В. Соломина, Я. И. Петрова. Теоретико-методические основы оценивания эффективности управления институтами совместного инвестирования	178
Ю. В. Гончаров, И. Ю. Шгулер, В. В. Сержанов, Т. А. Макух. Парадигма государственного регулирования и структурной трансформации национальной экономики с позиций гомеостаза	184
О. М. Новак, С. Н. Мусийчук, Н. А. Зуенко. Культура управления: роль университетских стартапов	193
А. В. Череп, Н. В. Каткова, И. С. Мурашко, С. А. Бурлан, А. С. Цыганова. Идентификация и оценка факторов влияния на формирование механизма устойчивого развития предприятия машиностроения	199

UDC 005.8+614.

<https://doi.org/10.33271/nvngu/2020-5/129>

O. B. Zachko,
orcid.org/0000-0002-3208-9826,
D. O. Chalyy,
orcid.org/0000-0002-7136-6582,
D. S. Kobylkin,
orcid.org/0000-0002-2848-3572

Lviv State University of Life Safety, Lviv, Ukraine, e-mail:
dmytrokobylkin@gmail.com

MODELS OF TECHNICAL SYSTEMS MANAGEMENT FOR THE FOREST FIRE PREVENTION

Today, in Ukraine and in the world, despite the rapid development of science and technology, there is a problem of developing as well as improving and adapting information, organizational and technical systems capable of preventing forest fires. The object of the study is the process of identification and formation the parameters of safety-oriented management of technical systems of forest fire prevention.

Purpose. To develop new approaches to the safety-oriented project management of technical systems of forest fire prevention, and their modeling, based on the principles of system analysis.

Methodology. Using the general scientific principles and fundamental provisions of the project management methodology, including system analysis, modeling tools, proactive and reactive management mechanisms, we form a triad of creating the concept of designing a portfolio of technical systems for environmental protection against forest fires.

Findings. A conceptual triad of model-scheme of formation of the portfolio of projects of technical systems for protection of environment from forest fires is presented. A cybernetic model of the “black box” for decision making management during the implementation of the project of the technical system of forest fire prevention is adapted; the impact of factors that may occur under the influence of turbulent internal and external environment on the project is described. A safety-oriented model of project management of the technical system of forest fire prevention is developed, which is characterized by the presence of sub-phases of the life cycle, which are critical places of the project, have their own time frame of operation and resource consumption.

Originality. The model of safety-oriented project management of the technical system of forest fire prevention is developed and subphases in the basic phases of the project life cycle are identified. The developed models are adapted for use in different countries because they are formed in accordance with international standards for project, programs and portfolio of projects management P2M, PmBok, PRINCE2, AGILE, KANBAN.

Practical value. It is possible to use the obtained results in the practical activities of project, operational and management teams of authorities, emergency services and managers in the formation of national projects to prevent forest fires.

Keywords: *technical system, project management, safety-oriented management, forest fire, information system*

Introduction. Today in Ukraine and the world, despite the rapid development of science and technology and advanced technologies an urgent issue remains the development of new as well as improvement and adaptation of existing information, organizational and technical systems capable of preventing forest fires.

This is confirmed by statistical data on the growth of their number, scale and negative consequences, in particular the main factors of their occurrence are anthropogenic and man-made human impact, which accounts for 94 % of all fires in ecosystems, and a derivative factor – global climate change: high temperatures, overheating, which can lead to spontaneous combustion of peatlands, prolonged absence of rain, strong and gusty winds that accelerate the spread of fire, thunderstorms, and so on. In addition to large scales, forest fires are characterized by a significant number of deaths and the specifics of firefighting operations, depending on the geographical location, landscape, staff readiness, external factors (radiation background in Ukraine) (Table 1).

Today in different countries of the world different scientific and practical approaches, technical systems as to moni-

toring of the environment condition are used. Some countries at the state level implement projects for satellite monitoring, sounding and video recording of fires at the initial stages of their occurrence in their territories and border areas with high risk, initiate and implement projects of civilian monitoring institutions.

The countries of the European Union also use the capabilities of the European Civil Protection Mechanism. In Ukraine, despite the existing implementation of state and public monitoring projects, civil protection system reform, there is no comprehensive project approach to management projects, programs and portfolio of projects of implementation of the technical systems for forest fire prevention, in particular in the context of safety-oriented management of such projects. As a result, it causes large-scale losses to the ecosystems of countries and their economies, the death of people.

Thus, the study on planning, implementation and project management of technical systems capable of preventing forest fires remains relevant today, which is achieved by conducting theoretical and methodological research and using the fundamental provisions of project management methodology, in particular: system analysis method, modeling tools, proactive management mechanism and others.

Table 1

Large-scale forest fires by the number of fatalities

Date	Country	Scale	Number of victims
10. 1871	United States of America	500 thousand hectares	1500 people
08.1997–03.1998	Indonesia	2 million hectares	240 people
07– 08. 2007	Greece	270 thousand hectares	84 people
02–03.2009	Australia	450 thousand hectares	173 people
10.12.2010	Israel	5 thousand hectares	44 people
07.2018	Greece	271 thousand hectares	102 people
04–05. 2020	Ukraine (Chornobyl Exclusion Zone)	47 thousand hectares	–

Literature review. The study on the processes of implementation of scientific and practical approaches in the process of formation and management of technical systems and processes of forest fire prevention in Ukraine and the world is a comprehensive study.

Therefore, for a qualitative analysis of existing scientific works by Ukrainian and foreign scientists, we have divided the works into two segments:

1) study on forest fires, their prevention, evaluation and response to them;

2) research on processes of formation, realization of organizational and technical systems in the process of management of projects, programs and portfolios of projects with application of information technologies.

The first segment includes research by scientists Parks S. A., Holsinger L. M., Miller C., Nelson C. R., Baggett L. S., Bird B. J., Silva S. S., Fearnside P. M., Graça P. M., Calviño-Cancela M., Chas-Amil M. L., García-Martínez E. D.

In particular, the theory of functioning of the mechanism of self-regulation of forest fires is described and an assessment of the ability of forest fires to create barriers has been developed [1]. An assessment of the longevity of the regulatory effect of the probability of recurrence of forest fires has been developed [2].

Quantitative assessment of forest fire variants in the conditions of forecasted climate change and features of formation of the structural network of forest fire response system are presented [3]. Factors are described that stimulate forest fires and their impact on the economy, long-term solutions to the need to shift the focus from firefighting to prevention are presented, and a number of fire prevention policies are proposed [4].

In [5] the processes of dynamics change and the reasons of their occurrence are investigated. The processes of forest fire development and their changes under the influence of various factors and the influence of topography on the occurrence of forest fires are described [6].

A quantitative analysis of the impact of forest fires on ecosystems has been carried out [7]. A study on technical means and methods for fighting forest fires is conducted and their features are described [8].

The second segment includes research by scientists Corona P., Ascoli D., Barbati A., Bovio G., Akay A. E., Karaş I. R., Kahraman I., Bushuyev S. D., Bushuev D. A., Bushuyeva N. S., Kozyr B. Yu., Verenysh O., Chernov S. K., Kononenko I., Aghaee A., Lutsenko S., Hnatushenka V. V., Hnatushenka Vik. V., Mozgovyi D. K., Vasiliev V. V., Rach V., Rak Yu. P., Rossoshanska O., Medvedieva O., Yevdokymova A., Sakella-

riou S., Tampekis S., Samara F., Sfougaris A., Christopoulou O., Vasiliev M. I., Movchan I. O., Koval O. M.; it gave results in the field of project-oriented approach, management and development of complex organizational and technical systems.

The integrated processes of forest fire prevention and application of GIS technologies in the process of determining the location and number of rescue units for their elimination have been studied [9]. Features of the integrated process of forest fire management, risk assessment and means of forest fire prevention are presented [10]. The process of development of satellite image processing technology is described, which provides increase in reliability and efficiency of forest area determination according to the data of multispectral low and medium spatial resolution satellite imagery [11].

Features of application of information technologies for developing the competences of project management on the basis of world tendencies are described [12].

The organizational maturity of projects is investigated, in particular the success of realization of programs and portfolio of projects [13]. The process of algorithmization of simplification the solutions for discrete problems of optimization of the projects is described [14]. The application of the method for synthesis of project management methodology with fuzzy input data is investigated [15].

The process of system modeling of development of the innovative project-oriented enterprises is described [16]. A review of the application of the decision support system in the process of forest fire prevention is performed [17]. The processes of optimization of projects of fire extinguishing systems in timber warehouses and features of mixing their ecological risk are studied [18].

Models of safety management in development of projects related to complex organizational and technical systems are described [19]. The critical parameters of discrete-event modeling of the products of infrastructure projects at the planning stage are studied [20].

However, the works of the above scientists, on the one hand, do not describe the concept of forming forest fire prevention projects using the tools of technical means and systems. On the other hand, there is no project-oriented approach to the project formation process, where the main purpose of research was the process of prevention and elimination of forest fires, rather than the implementation of anti-crisis set of technical measures to prevent their occurrence, which requires the use of safety-oriented project management methodology, programs and portfolio of projects, in particular at the planning stage.

Object of the study. The process of identification and formation of parameters of safety-oriented management of technical systems for forest fire prevention.

Subject of the study. Management models of technical systems for forest fire prevention.

Purpose. Carrying out the research and development of models of managing the technical systems of prevention of the occurrence of forest fires. To achieve these goals we formed the following tasks: based on general scientific principles and fundamental provisions of project management methodology, including system analysis, modeling tools, mechanisms of proactive and reactive management to conceptualize the triad of project portfolio of technical systems for environmental protection against forest fires, to conduct system structuring, to describe the process of management decisions in the implementation of the technical system project and to develop a model of safety-oriented project management of the technical system of forest fire prevention, to explore the process of interaction of project elements, its life cycle.

Methods. The technical process of managing natural emergencies, which include forest fires, in modern conditions is characterized by the presence of many factors that affect the success of the project, among which the human factor is not always decisive.

In particular, the complexity and scale of the fire, uncertainty in the process of involving project teams in managing the emergency response process, the dynamics and nature of their behavior, which complicates the process of managing a project, program or portfolio of technical system projects at different stages.

Thus, taking into account the above and on the basis of a systematic approach, we formed a conceptual triad of model-scheme of forming a portfolio of projects of technical systems for environmental protection against forest fires (Fig. 1).

The model scheme is formed of three interconnected blocks of the system, where the first block is a hierarchically structured set of basic elements of the natural environment of the technical system project (ecosystem, forest, flora, fauna, which in turn takes into account all subelements, including water bodies, atmosphere, soils, and others).

The second block is a block of project and technical management, which is filled with the basic elements of project management methodology, programs and portfolio of projects.

The third block describes the projected level of development of forest fires according to their scale and operational teams to respond and manage them. The formation of the project portfolio is carried out on the basis of possible manifestations of forest fires in different conceptually dependent planes.

The concept of management of the technical systems of environmental protection against forest fires provides consid-

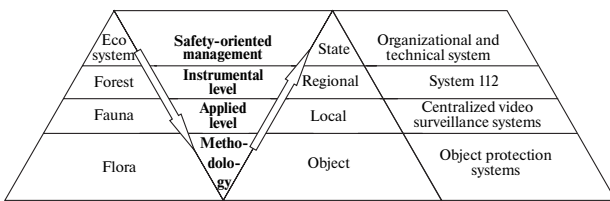


Fig. 1. Conceptual triad of model-scheme of formation of the portfolio of projects of technical systems for protection of environment from forest fires

eration in the project portfolio of a set of the following cases of technical systems:

- a project of technical system of forest fire prevention;
- a project of technical system of operative reaction to forest fire;
- a project of technical system of fire extinguishing;
- a project of technical system of forest fund restoration (Fig. 2).

The formalized structural model of the technical system of forest fire prevention can be represented in the form of a tuple

$$St = \langle Sp; So; Se; Sr \rangle, \quad (1)$$

where St is technical systems of environmental protection against forest fires; Sp – project of forest fire prevention; So – project of operative reaction to forest fire; Se – project of fire extinguishing; Sr – project of forest fund restoration.

Development of projects is possible by the Ministry of Energy and Environmental Protection, the Ministry of Internal Affairs, the USSCP.

The financial resources of projects can be both funds from the state and regional budgets, and grants, if necessary, credit loans. The priority of project implementation and their scale directly depends on the level of safety of each of the regions. The level of safety of the region is determined by the method of total ranks, with the calculation of safety indices, based on the processing of regional parameters, the presence of forests and fire statistics in them, climatic conditions, terrain, remoteness from settlements, availability of special equipment, population within the territory of the region, the presence of critical infrastructure, and others.

Each project is developed on the basis of a single monotemplate of the project – a structured project plan, but for each region it will take into account its regional characteristics. First of all, the projects will be implemented in regions of increased danger of possible forest fires. Given the significant resource costs, their implementation in Ukraine, they all need to be implemented in a complex to ensure the safety of the country. It is not possible to implement only forest fire prevention, suppression and response projects and not to implement forest restoration projects.

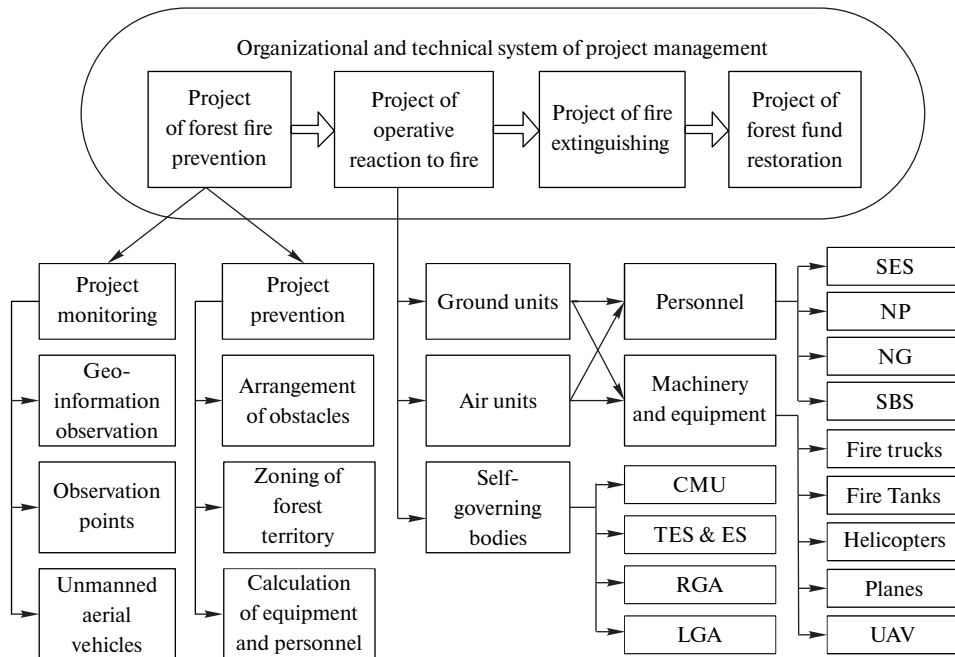


Fig. 2. Structural model of the technical system of forest fires prevention:

SES – State Emergency Service of Ukraine; MIA – Ministry of Internal Affairs; IPMA – International Project Management Association; NP – national police; TES&ES – commission of technogenic and ecological safety and emergency situations; NG – National Guard; RSA – regional state administrations; LSA – local state administrations; SBG – State Border Guard Service; USSCP – unified state system of civil protection; GIASES – government information and analytical system on emergency situations; UAV – unmanned aerial vehicles

Due to global trends, even the most developed countries are not always able to cope with monitoring and responding to forest fires, so they are forced to involve additional forces and resources, so forest restoration projects are an important element of the structural capacity of the forest fire prevention system.

Unlike the existing legal documents, which describe the general algorithms of action in emergencies and firefighting measures, the block of the forest fire prevention project provides for the implementation of a clearly structured set of measures for monitoring and prevention of fires, taking into account the regions of implementation, being planned and implemented basing on project-oriented approach and safety-oriented management.

Developers and managers of project units are regional project teams, which include representatives of relevant structures and managers who plan and implement the whole set of projects, taking into account existing algorithms and regulations and standards.

Given the multifactorial and constant change in dynamics and multi-vector development of forest fires, non-standard conditions of technical system functioning are formed in which operational teams do not cope with operative management decisions, which in turn requires application of project approach and safety-oriented management to prevention process at the project planning stage of technical system.

Formally, this process can be represented in the form of a cybernetic model of the "black box" (Fig. 3).

Fig. 3: Fi – a project completion phase (commissioning of the technical system); Fp – a planning phase of the technical system project; Fr – a phase of practical implementation of the technical system project; Fs – a phase of initiation of the project of technical system; Pp – a transitional subphase between the phases of planning and practical implementation of the technical system project; Pr – a transitional subphase between the phases of practical implementation and the phase of project completion (commissioning of the technical system); Ps – a transitional subphase between the phases of initiation and planning of the technical system project; Xi – a set of planned factors affecting the design of the technical system; Xij – a factor of modification of factors influencing the project due to the application of safety-oriented approach to project management of the technical system; Xj – a set of non-staff factors that affect the quality of the technical system project.

The presented model reflects a set of parameters that affect the process of forming a project of a technical system for preventing forest fires in conditions of uncertainty, where:

- $\{Yi\}$ is a set of factors that are taken into account when planning the project of the technical system of forest fire prevention

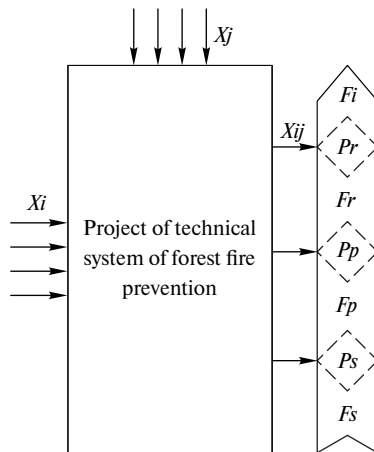


Fig. 3. Cybernetic model of the "black box" when making management decisions for the implementation of the project of the technical system for forest fire prevention

$$\{Yi\} = \{Yi1, Yi2, \dots, Yin+1\}, \text{ at } i = \overline{1, n}; \quad (2)$$

- $\{Yj\}$ is a set of non-staff factors influencing the project of the technical system of forest fire prevention

$$\{Yj\} = \{Yj1, Yj2, \dots, Yjn+1\}, \text{ at } j = \overline{1, n}. \quad (3)$$

Accordingly, the set of management decisions $\{Yij\}$ lies at the intersection of these sets and provides consideration of all possible alternatives (Yij, Yij, \dots, Yij , at $ij = \overline{1, n}$)

$$\begin{aligned} \{R\} &= \{Yi\} \cap \{Yj\} = \\ &= \{Yi1, Yi2, \dots, Yin+1\} \cap \{Yj1, Yj2, \dots, Yjn+1\} = \\ &= \{Yij1, Yij2, \dots, Yijn+1\}. \end{aligned} \quad (4)$$

One of the important features of the project of a technical system of this type is the life cycle. According to the international standardization for project management, programs and portfolios of projects P2M, PmBok, PRINCE2, AGILE, KANBAN, the life cycle is formed of 4 phases: project initiation phases, planning phases, project implementation phases, project completion phases.

$$P = \langle Fs; Fp; Fr; Fi \rangle. \quad (5)$$

In this type of technical system project in the basic phases, transitional subphases are formed, bottlenecks of the project, which receive the greatest risk of load and impact of various planned and unplanned factors that directly affect the success of the project as a whole.

$$P = \begin{cases} Ps \in [Fs; Fp] \\ Pp \in [Fp; Fr] \\ Pr \in [Fr; Fi] \end{cases}. \quad (6)$$

These subphases are transitions between blocks of phases from one to another. They have their own time frame, depending on the mono-templates adapted for each region, according to their parameters, under the direct influence of the turbulent internal and external environment of the project (variable parameters of the mono-template, reactivity and proactivity factors), project participants, regulatory framework and operational management decisions, resource costs.

Based on a comprehensive study on forest fire prevention processes in Ukraine and the world, the use of elements of system analysis and tools of safety-oriented project management, programs and project portfolios of technical systems, we formed a model of safety-oriented project management of technical systems for forest fire prevention (Fig. 4).

The developed model combines the existing unit of USS-CP, which in accordance with the state strategy and using the tools of information and technical management system, forms, in accordance with the mission of the program of protection of critical infrastructure and environment, a portfolio of program projects where the basic project is a developed and proposed technical system of forest fire prevention.

$$\begin{aligned} Ss \\ \downarrow \\ Tp \Rightarrow Mp \Rightarrow Pp \Rightarrow St, \\ \uparrow \\ Cp \end{aligned} \quad \begin{array}{c} \boxed{\begin{array}{ccc} ni & ni+1 & (ni+1) \rightarrow \infty \\ ni & ni+1 & (ni+1) \rightarrow \infty \\ ni & ni+1 & (ni+1) \rightarrow \infty \end{array}} \end{array} \quad (7)$$

where Tp is project management tools (information, technical, organizational systems); St – technical project management system for environmental protection against forest fires; Cp – USSCP; Ss – developed and adopted state strategy; Mp – the mission of the program to protect critical infrastructure and the environment; Pp – program project portfolios; ni – projects included in the program of projects

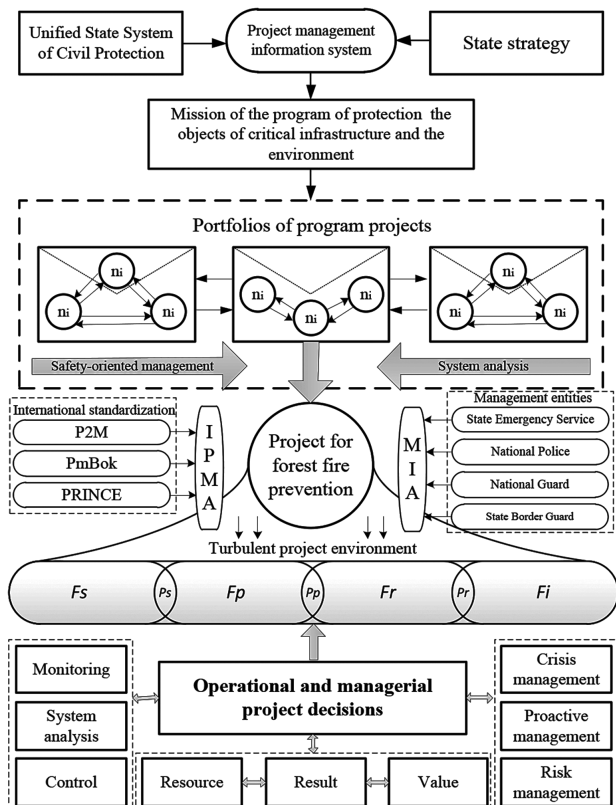


Fig. 4. Model of safety-oriented project management of the technical system for forest fire prevention

for the protection of critical infrastructure and the environment.

Operational and managerial project decisions consist of three control units:

- the first block is monitoring of the current state of the project, analysis of the received data and control of execution of decisions;
- the second block includes resources involved in the implementation of the project of the technical system, the formation and understanding of the desired value of the project product, which form its result;
- the third management unit consists of the use of elements of crisis management, the risk of identification, prevention and management, and the use of elements of proactive management, characterized by clear planning of operational management, otherwise reactive management is determined by unforeseen external circumstances.

$$\begin{array}{c}
 I_s \\
 \Downarrow \\
 St \leftarrow Om \leftarrow \begin{array}{|c|c|c|} \hline Mi & Ai & Ci \\ \hline Ri & Si & Vi \\ \hline Cmi & Pri & Rmi \\ \hline \end{array} \\
 \Uparrow \\
 Ms
 \end{array} \quad (8)$$

where St is a technical project management system for environmental protection from forest fires; I_s – use of international standardization for management of projects, programs and portfolio of projects (P2M; PmBok; PRINCE; AGILE; KANBAN); Ms – project management entities; Om – operational and managerial project decisions; Mi – project monitoring; Ai – project analysis; Ci – project control; Ri – project resources; Si – the result of obtaining the project product; Vi – the value of the project; Cmi – crisis project management; Pri – proactive project management; Rmi – project risk management.

The combination of all blocks of the model in combination with the use of professional software and mono-templates al-

lows forming and implementing regional projects of technical systems for forest fire prevention.

Approbation of the model was carried out during the preparation of proposals for the formation of scientific and technical policy on issues within the competence of the SES of Ukraine, coordination of research and implementation of best practices, scientific achievements, latest technologies, other fire products in the Department of Emergency Prevention of the State Emergency Service of Ukraine during consideration of the draft state and local programs developed to improve the protection of facilities and territories in case of emergencies, as evidenced by the receipt of the relevant act of implementation.

Results. Theoretical studies on the project management process, programs and portfolio of projects of technical systems for forest fire prevention with the use of international standards, systems analysis, modeling tools, mechanisms of proactive and reactive management allowed forming a conceptual triad of model-scheme of formation of the portfolio of projects of technical systems for protection of the environment from forest fires, adapting a cybernetic model of the “black box” for decision making management during the implementation of the project of the technical system of forest fire prevention, describing the impact of factors on the project that may occur under the influence of turbulent internal and external environment and taking into account project planning, forming a safety-oriented model of project management of the technical system of forest fire prevention, which is characterized by the presence of sub-phases of the life cycle of the project of the technical system, which are critical places of the project, have their own time frame of operation and resource consumption.

The results of the study are of practical and scientific value for the implementation and management of technical systems for forest fire prevention, which are intensified due to climate change, drought, human impact and cause great damage to the environment and people. The models developed during the study are adapted for use in different countries because they are formed in accordance with international standards for management project, programs and portfolio of projects P2M, PRINCE2, PMBok, AGILE, KANBAN.

Conclusions. The topical problem of planning, implementing and managing the project of technical systems of preventing forest fires using the instrumental tools of safety-oriented management is solved.

Originality is to develop a model of safety-oriented project management of the technical system of forest fire prevention and identify subphases in the basic phases of the project life cycle, to adapt the cybernetic model of the “black box” for management decision making during the implementation of technical system project of forest fire prevention, forming its structural and conceptual models.

Practical value of the obtained results is the possibility of using the obtained results in the practical activities of project, operational and management teams of authorities, emergency services and managers in the formation of national projects to prevent forest fires.

Prospects for further research are the need to adapt the developed basic model of safety-oriented management of the technical system of forest fire prevention to the characteristics of different regions, study of time parameters of subphase blocks of the project life cycle and optimization the forces and resources of the project. Development of a methodology for forming a comprehensive program of safety-oriented projects of technical systems, project content management and assessment of the safety level of forest fires on critical infrastructure, safety-oriented systems and possible consequences, creating a methodology for calculating such assessment.

References.

1. Parks, S.A., Holsinger, L.M., Miller, C., & Nelson, C.R. (2015). Wildland fire as a self-regulating mechanism: The role of

- previous burns and weather in limiting fire progression. *Ecological Applications*, 25(6), 1478–1492. <https://doi.org/10.1890/14-1430.1>.
2. Parks, S. A., Miller, C., Holsinger, L. M., Baggett, L. S., & Bird, B. J. (2016). Wildland fire limits subsequent fire occurrence. *International Journal of Wildland Fire*, 25(2), 182–190. <https://doi.org/10.1071/WF15107>.
 3. Khabarov, N., Krasovskii, A., Obersteiner, M., Swart, R., Dosio, A., San-Miguel-Ayanz, J., ..., & Migliavacca, M. (2016). Forest fires and adaptation options in Europe. *Regional Environmental Change*, 16(1), 21–30. <https://doi.org/10.1007/s10113-014-0621-0>.
 4. Purnomo, H., Shantiko, B., Sitorus, S., Gunawan, H., Achdiawan, R., Kartodihardjo, H., & Dewayani, A. A. (2017). Fire economy and actor network of forest and land fires in Indonesia. *Forest Policy and Economics*, 78, 21–31. <https://doi.org/10.1016/j.forpol.2017.01.001>.
 5. Silva, S. S. da, Fearnside, P. M., Graça, P. M. L. de A., Brown, I. F., Alencar, A., & Melo, A. W. F. de (2018). Dynamics of forest fires in the southwestern Amazon. *Forest Ecology and Management*, 424, 312–322. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2018.04.041>.
 6. Calviño-Cancela, M., Chas-Amil, M. L., García-Martínez, E. D., & Touza, J. (2017). Interacting effects of topography, vegetation, human activities and wildland-urban interfaces on wildfire ignition risk. *Forest Ecology and Management*, 397, 10–17. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2017.04.033>.
 7. Lee, C., Schlemme, C., Murray, J., & Unsworth, R. (2015). The cost of climate change: Ecosystem services and wildland fires. *Ecological Economics*, 116, 261–269. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2015.04.020>.
 8. Olkhovsky, I. (2017). Improvement of the ways of wild fires extinguishing around the Moscow region area. *Fire and Emergencies: Prevention, Elimination*, (3), 38–43. <https://doi.org/10.25257/fe.2017.3.38-43>.
 9. Akay, A. E., Karas, I. R., & Kahraman, I. (2018). Determining the locations of potential firefighting teams by using GIS techniques. In *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences – ISPRS Archives*. *International Society for Photogrammetry and Remote Sensing*, 42, 83–88. <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLII-4-W9-83-2018>.
 10. Corona, P., Ascoli, D., Barbati, A., Bovio, G., Colangelo, G., Elia, M., ..., & Chianucci, F. (2015). Integrated forest management to prevent wildfires under mediterranean environments. *Annals of Silvicultural Research*. *Centro di Ricerca per la Selvicoltura, Consiglio per la Ricerca in Agricoltura e l'Analisi dell'Economia Agraria*. <https://doi.org/10.12899/ASR-946>.
 11. Hnatushenko, V. V., Hnatushenko, V. V., Mozgovyi, D. K., & Vasiliev, V. V. (2016). Satellite technology of the forest fires effects monitoring. *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*, (1), 70–76.
 12. Bushuyev, S. D., Bushuev, D. A., Bushuyeva, N. S., & Kozyr, B. Yu. (2018). Information technologies for project management competences development on the basis of global trends. *Information technologies and learning tools*, 68(6), 218–234. <https://doi.org/10.33407/itlt.v68i6.2684>.
 13. Bushuyev, S., & Verenych, O. (2018). Organizational maturity and project: Program and portfolio success. In *Developing Organizational Maturity for Effective Project Management*, (pp. 104–127). *IGI Global*. <https://doi.org/10.4018/978-1-5225-3197-5.ch006>.
 14. Chernov, S. K., Titov, S., Chernova, L., Gogunskii, V., Chernova, L., & Kolesnikova, K. (2018). Algorithm for the simplification of solution to discrete optimization problems. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 3(4(93)), 34–43. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2018.133405>.
 15. Kononenko, I., Aghaee, A., & Lutsenko, S. (2016). Application of the project management methodology synthesis method with fuzzy input data. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2(3), 32–39. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2016.65671>.
 16. Rach, V., Rossoshanska, O., Medvedieva, O., & Yevdokymova, A. (2019). System Modeling of Development of Innovative Project-Oriented Enterprises. *Marketing and Management of Innovations*, 105–131. <https://doi.org/10.21272/mmi.2019.1-09>.
 17. Sakellariou, S., Tampekis, S., Samara, F., Sfougaris, A., & Christopoulou, O. (2017, November 1). Review of state-of-the-art decision support systems (DSSs) for prevention and suppression of forest fires. *Journal of Forestry Research*. North-east Forestry University. <https://doi.org/10.1007/s11676-017-0452-1>.
 18. Vasiliev, M. I., Movchan, I. O., & Koval, O. M. (2014). Diminishing of ecological risk via optimization of fire-extinguishing system projects in timber-yards. *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*, (5), 106–113.
 19. Zachko, O. B., Golovaty, R. R., & Kobylkin, D. S. (2019). Models of safety management in development projects. *Materials of 2019 IEEE 14th International Scientific and Technical Conference on Computer Sciences and Information Technologies (CSIT 2019)*. Retrieved from <https://sci.ldubgd.edu.ua/handle/123456789/5805>.
 20. Zachko, O. B., & Kobylkin, D. S. (2018). Discrete-event modeling of the critical parameters of functioning the products of infrastructure projects at the planning stage. *Materials of 2018 IEEE 13th International Scientific and Technical Conference on Computer Sciences and Information Technologies (CSIT 2018)*, Retrieved from <https://sci.ldubgd.edu.ua/handle/123456789/5282>.

Моделі управління технічними системами запобігання виникнення лісових пожеж

О. Б. Зачко, Д. О. Чалий, Д. С. Кобилкін

Львівський державний університет безпеки життєдіяльності, м. Львів, Україна, e-mail: dmytrokobylkin@gmail.com

На сьогодні в Україні та світі, попри швидкий розвиток науки й техніки, існує проблема розробки нових, удосконалення та адаптації інформаційних, організаційних і технічних систем, здатних запобігти виникненню лісових пожеж. Об'єктом дослідження обрано процес ідентифікації та формування параметрів безпеко-орієнтованого управління технічними системами запобігання виникнення лісових пожеж.

Мета. Розробка нових підходів до безпеко-орієнтованого управління проектами технічних систем запобігання виникнення лісових пожеж, та їх моделювання на основі принципів системного аналізу.

Методика. Використовуючи загальнонаукові принципи та фундаментальні положення методології управління проектами, зокрема системний аналіз, інструментальні засоби моделювання, механізми проактивного й реактивного управління, сформована тріада концепції створення портфелю проектів технічної системи захисту навколишнього середовища від лісових пожеж.

Результати. Представлена концептуальна тріада модель-схеми формування портфелю проектів технічних систем захисту навколишнього середовища від лісових пожеж. Адаптована кібернетична модель типу «чорний ящик» для прийняття управлінських рішень при впровадженні проекту технічної системи запобігання виникнення лісових пожеж, описано вплив на проект факторів, що можуть виникнути при впливі внутрішнього та зовнішнього середовища. Сформована безпеко-орієнтована модель управління проектом технічної системи запобігання виникнення лісових пожеж, що відрізняється наявністю підфаз життєвого циклу проекту, які є його

критичними місцями, мають власні часові рамки функціонування й ресурсозатрат.

Наукова новизна. Полягає у розробці моделі безпеко-орієнтованого управління проектом технічної системи запобігання виникнення лісових пожеж та ідентифікації підфаз у базових фазах життєвого циклу проекту. Розроблені моделі є адаптованими до використання у різних країнах, оскільки вони сформовані у відповідності до міжнародних стандартів із управління проектами, програмами та портфелями проектів P2M, PmBok, PRINCE2, AGILE, KANBAN.

Практична значимість. Полягає у можливості використання результатів у практичній діяльності проектних, операційних і управлінських команд органів влади, екстрених служб і менеджерів при формуванні національних проектів запобігання виникнення лісовим пожежам.

Ключові слова: *технічна система, управління проектами, безпеко-орієнтоване управління, лісові пожежі, інформаційна система*

Моделі управління технічними системами запобігання виникнення лісових пожеж

О. Б. Зачко, Д. А. Чальй, Д. С. Кобылкин

Львовский государственный университет безопасности жизнедеятельности, г. Львов, Украина, e-mail: dmytrokobylykin@gmail.com

На сегодня в Украине и мире, несмотря на быстрое развитие науки и техники, существует проблема разработки новых, совершенствования и адаптации информационных, организационных и технических систем, способных предотвратить возникновение лесных пожаров. Объектом исследования избран процесс идентификации и формирования параметров безопасно-ориентированного управления техническими системами предотвращения возникновения лесных пожаров.

Цель. Разработка новых подходов к безопасно-ориентированному управлению проектами технических систем предотвращения возникновения лесных пожаров и их моделирование на основе принципов системного анализа.

Методика. Используя общенаучные принципы и фундаментальные положения методологии управления проектами, в частности, системный анализ, инструментальные средства моделирования, механизмы проактивного и реактивного управления, сформирована триада концепции создания портфеля проектов технической системы защиты окружающей среды от лесных пожаров.

Результаты. Представлена концептуальная триада модель-схемы формирования портфеля проектов технических систем защиты окружающей среды от лесных пожаров. Адаптирована кибернетическая модель типа «черный ящик» для принятия управленческих решений при внедрении проекта технической системы предотвращения возникновения лесных пожаров, описано влияние на проект факторов, которые могут возникнуть при воздействии внутренней и внешней среды. Сформирована безопасно-ориентированная модель управления проектом технической системы предотвращения возникновения лесных пожаров, отличающаяся наличием подфаз жизненного цикла проекта, которые являются его критическими местами, имеют собственные временные рамки функционирования и ресурсозатрат.

Научная новизна. Заключается в разработке модели безопасно-ориентированного управления проектом технической системы предотвращения возникновения лесных пожаров и идентификации подфаз в базовых фазах жизненного цикла проекта. Разработанные модели адаптированы к использованию в различных странах, поскольку они сформированы в соответствии с международными стандартами по управлению проектами, программами и портфелями проектов P2M, PmBok, PRINCE2, AGILE, KANBAN.

Практическая значимость. Заключается в возможности использования результатов в практической деятельности проектных, операционных и управленческих команд органов власти, экстренных служб и менеджеров при формировании национальных проектов предотвращения возникновения лесных пожаров.

Ключевые слова: *техническая система, управление проектами, безопасно-ориентированное управление, лесные пожары, информационная система*

Recommended for publication by Ye. V. Martyn, Doctor of Technical Sciences. The manuscript was submitted 06.12.19.