

**Державна служба України з надзвичайних ситуацій
Львівський державний університет безпеки життєдіяльності**

**State Service of Ukraine for Emergency Situations
Lviv State University of Life Safety**

Стародуб Ю. П., Купльовський Б.Є., Брич Т.Б., Гаврись А.П., Ємельяненко С.О.
Yu. P. Starodub, B. E. Kuplovskiy, T. B. Brych, A. P. Havrys, S. O. Yemelyanenko.

**КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРИРОДНИХ І ТЕХНОГЕННИХ ЗАГРОЗ
ТА ЕКОЛОГО-ГЕОФІЗИЧНІ СИТУАЦІЇ**

**COMPUTER SIMULATION OF NATURAL AND TECHNOLOGICAL HAZARDS
AND ENVIRONMENTAL-GEOPHYSICAL SITUATIONS**

Колективна монографія
під загальною редакцією Стародуба Юрія
Collective monograph
under the general editorship of Starodub Yuriy

Львів 2023

Lviv 2023

ББК 32.97.73
УДК 004.94
С213

А в т о р и (The authors):

Ю. П. СТАРОДУБ – д-р фіз.-мат.наук, професор, професор відділу організації науково-дослідної діяльності ЛДУ БЖД;

Б. Є. КУПЛЬОВСЬКИЙ – канд. фіз.-мат.наук, старший науковий співробітник відділу сейсмічності Карпатського регіону ІГФ НАН України;

Т. Б. БРИЧ – к.т.н., старший науковий співробітник відділу сейсмічності Карпатського регіону ІГФ НАН України;

А. П. ГАВРИСЬ – к.т.н., доцент, старший викладач кафедри цивільного захисту та комп'ютерного моделювання екогеофізичних процесів ЛДУ БЖД

С. О. ЄМЕЛЬЯНЕНКО – к.т.н., старший дослідник, начальник відділу організації науково-дослідної діяльності ЛДУ БЖД

У колективній монографії «Комп'ютерне моделювання природних і техногенних загроз та еколого-геофізичні ситуації» розглянуті питання вивчення і аналізу інформації про природні і техногенні загрози в еколого-геофізичних ситуаціях з використанням методів математичного комп'ютерного моделювання.

Колективна монографія розрахована на використання при підготовці бакалаврів і магістрів за спеціальностями «Цивільна безпека» та «Пожежна безпека», також може бути використана при вивченні основ моделювання еколого-геофізичних процесів.

The collective monograph "Computer modeling of natural and technogenic threats and ecological-geophysical situations" deals with the study and analysis of information about natural and man-made threats in ecological-geophysical situations using mathematical computer modeling methods.

The collective monograph is intended for use in the training of bachelors and masters in the specialties "Civil Safety" and "Fire Safety", it can also be used in studying the basics of modeling ecological and geophysical processes.

Рецензенти (Reviewers):

Д.В.МАЛИЦЬКИЙ – професор, доктор фізико-математичних наук;

В.В.КАРАБИН – доцент, доктор технічних наук;

О.О.ВЕРПАХОВСЬКА – провідний науковий співробітник, доктор фізико-математичних наук.

*Затверджено до друку Вченою радою
Львівського державного університету безпеки життєдіяльності
(протокол №5 від «11» грудня 2022 р.)*

© Стародуб Ю.П., Купльовський Б.Є., Брич Т.Б., Гавриць А.П., Ємельяненко С.О., 2023

Анотація: У колективній монографії «Комп'ютерне моделювання природних і техногенних загроз та еколого-геофізичні ситуації» розглянуті питання вивчення і аналізу інформації про природні і техногенні загрози в еколого-геофізичних ситуаціях з використанням методів математичного комп'ютерного моделювання.

У передмові до книги описані основні задачі, які представлені в роботі і методи їх розв'язання, які прийнятні з точки зору їх застосування при вирішенні проблем цивільного захисту.

У першому розділі книги подане загальне формулювання фізико-математичних задач, які розв'язуються в кожному конкретному випадку при використанні вхідних даних задач рішення, яких представлені в даній книзі.

У другому та третьому розділах подані приклади розв'язання прикладних задач про поширення хвильових полів, моделювання напружено-деформованого стану об'єктів, пов'язаних з інфраструктурою навколишнього середовища. Представлена розроблена проблема аналізу та опрацювання супутникових даних, побудови карт областей і районів, зокрема, України.

У четвертому розділі зроблена оцінка інженерної обстановки та сейсмічного впливу на інженерні об'єкти з врахуванням впливу термічних ефектів на прикладі чорнобильської атомної електростанції, зроблена локалізація пожежонебезпечних ділянок з використанням супутникових даних для сейсмоактивних зон оцінені аспекти освоєння енергетичних геотермальних ресурсів безпеки держави.

У п'ятому і шостому розділах описані геоінформаційні технології оцінювання пожежних ризиків, які пов'язані з задачами моделювання природних і техногенних загроз та представлені розрахунки часу евакуації та пожежного ризику на прикладі об'єкту – дитячого дошкільного закладу.

У післямові підсумовані результати досліджень вивчення еколого-геофізичного стану навколишнього середовища у даній колективній монографії.

У кінці розділів подається список літературних джерел, які використовуються для представлення результатів розв'язків задач, розглянутих у книзі.

Монографія розрахована на використання при підготовці бакалаврів і магістрів за спеціальностями «Цивільна безпека» та «Пожежна безпека», також може бути використана зацікавленими особами при вивченні основ моделювання еколого-геофізичних процесів.

Abstract: The collective monograph "Computer modeling of natural and man-made threats and ecological-geophysical situations" deals with the study and analysis of information about natural and man-made threats in ecological-geophysical situations using mathematical computer modeling methods.

The preface to the book describes the main problems that are presented in the work and the methods of solving them, which are acceptable from the point of view of their application in solving civil defense problems.

The first chapter of the book presents a general formulation of physical and mathematical problems that are solved in each specific case using the input data of the problems solutions presented in this book.

In the second and third sections, examples of solving applied problems on the propagation of wave fields, modeling the stress-strain state of objects related to the environmental infrastructure are presented. The developed problem of analysis and processing of satellite data, construction of maps of regions and districts, in particular, of Ukraine, is presented.

In the fourth chapter, an assessment of the engineering situation and seismic impact on engineering objects was investigated, taking into account the influence of thermal effects on the example of the Chernobyl nuclear power plant, the localization of fire-hazardous areas was made using satellite data for seismically active zones, and aspects of the development of energy geothermal resources of the state were assessed.

In the fifth and sixth chapters, geoinformation technologies for fire risk assessment are described, which are related to the tasks of modeling natural and man-made threats, and calculations of evacuation time and fire risk are presented on the example of a children's preschool facility.

The afterword summarizes the results of studies of the ecological and geophysical state of the environment in this collective monograph.

At the end of the chapters, a list of literary sources is provided, which are used to present the results of solving the problems discussed in the book.

The monograph is intended for use in the training of bachelors and masters in the specialties "Civil Protection", "Fire Safety", and can also be used by interested persons when studying the basics of modeling ecological-geophysical processes.

ЗМІСТ

ПЕРЕДМОВА. ВИВЧЕННЯ НАЯВНОЇ ІНФОРМАЦІЇ ТА ОПУБЛІКОВАНИХ ПЕРШОДЖЕРЕЛ З ПРОБЛЕМИ ДОСЛІДЖЕННЯ	12
РОЗДІЛ 1. КОМПЛЕКСНІ ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДИКИ І АЛГОРИТМІВ ВИКОРИСТАНИХ ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ МОНІТОРИНГУ ТА ПРОГНОЗУВАННЯ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ	15
1.1. Структура системи управління природними та техногенними загрозами і аналіз виникнення ризиків природних і техногенних еколого-геофізичних ситуацій	15
1.2. Моніторинг та прогнозування ризиків надзвичайних ситуацій	24
1.3. Перевірка результатів роботи покращеної методики і алгоритмів	25
Література до розділу 1	32
РОЗДІЛ 2. ПОШИРЕННЯ ХВИЛЬОВИХ ПОЛІВ В УМОВАХ ПРИРОДНИХ І ТЕХНОГЕННИХ ЗАГРОЗ ЕКОЛОГО-ГЕОФІЗИЧНИХ СИТУАЦІЙ	37
2.1. Управління проектами моделей пружно-динамічних ефектів земної кори під атомними електростанціями	37
2.2. Енергетична безпека в задачах моделювання хвильових полів на структурах газоконденсатних родовищ	43
2.3. Моделювання напружено-деформованого стану основ інженерних конструкцій для оцінки сейсмічної небезпеки	50
2.4. Моделювання впливу еколого-геофізичного стану ґрунтів на інженерні споруди	59
Література до розділу 2	68
РОЗДІЛ 3. ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В КОМП'ЮТЕРНОМУ МОДЕЛЮВАННІ ЕКОЛОГО-ГЕОФІЗИЧНИХ ПРОЦЕСІВ	71
3.1. Характеристики та аналіз супутникових даних дистанційного зондування Землі	71
3.2. Еколого-геофізичне передбачення та прогноз природних та техногенних надзвичайних ситуацій	78
3.3. Моніторинг лісових пожеж за допомогою супутникових даних. Аналіз існуючих систем моніторингу лісових пожеж	96
3.4. Моделі вимушених втрат стану підтоплення	105
Література до розділу 3	129
РОЗДІЛ 4. МОДЕЛЮВАННЯ ПРИРОДНИХ І ТЕХНОГЕННИХ ЕКОЛОГО-ГЕОФІЗИЧНИХ СИТУАЦІЙ, ПОВ'ЯЗАНИХ З ІНФРАСТРУКТУРОЮ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА	133
4.1. Оцінка небезпеки інженерної обстановки при прориві греблі середньодніпровської гідро-електростанції	133
4.2. Дослідження сейсмічного стану інженерних об'єктів з врахуванням впливу термічних ефектів на прикладі чорнобильської атомної електростанції	138
4.3. Локалізація пожежонебезпечних ділянок з використанням супутникових даних для сейсмоактивних зон України	145
4.4. Аспекти оцінки та освоєння енергетичних геотермальних ресурсів безпеки України	151
Література до розділу 4	164

РОЗДІЛ 5. ГЕОІНФОРМАЦІНІ ТЕХНОЛОГІЇ У КРИЗОВОМУ УПРАВЛІННІ ДІЯЛЬНОСТІ ПІДРОЗДІЛІВ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ	168
5.1. Кризове управління в умовах природних та техногенних загроз діяльності підрозділів цивільного захисту	168
5.2. Еколого-геофізичні ситуації геоінформаційних систем у діяльності оперативно-рятувальних служб	170
5.3. Геопортал оцінки природних і техногенних загроз у діяльності оперативно-рятувальних підрозділів ДСНС України	173
5.4. Вклад аналітичних модулів геопорталу прийняття управлінських рішень у природних і техногенних загрозах еколого-геофізичних ситуацій	178
Література до розділу 5	190
РОЗДІЛ 6. ОЦІНЮВАННЯ ПОЖЕЖНИХ РИЗИКІВ БУДІВЕЛЬ І СПОРУД ГРОМАДСЬКОГО ПРИЗНАЧЕННЯ	194
6.1. Функціональне призначення та загальна характеристика дитячого дошкільного закладу	194
6.2. Визначення небезпечних факторів пожежі та основні небезпеки в будівлях громадського призначення	195
6.3. Розрахунок часу настання небезпечних факторів пожежі інтегральною моделлю методики	195
6.4. Математична модель CFAST, як засіб для визначення граничних значень небезпечних факторів пожежі	197
6.5. Розрахунок часу евакуації та індивідуального пожежного ризику ра прикладі будівлі дитячого дошкільного закладу	201
Література до розділу 6	207
ПІСЛЯМОВА	209

CONTENT

PREFACE. STUDY OF AVAILABLE INFORMATION AND PUBLISHED PRIMARY SOURCES WITH RESEARCH PROBLEMS	12
CHAPTER 1. COMPREHENSIVE RESEARCH OF METHODS AND ALGORITHMS USED FOR MONITORING AND FORECASTING EMERGENCY SITUATIONS	15
1.1. The structure of the management system of natural and man-made threats and the analysis of the occurrence of risks of natural and man-made ecological and geophysical situations	15
1.2. Monitoring and forecasting the risks of emergency situations	24
1.3. Verification of the results of the improved methodology and algorithms	25
Literature to chapter 1	32
CHAPTER 2. PROPAGATION OF WAVE FIELDS UNDER THE CONDITIONS OF NATURAL AND MAN-MADE ENVIRONMENTAL AND GEOPHYSICAL SITUATIONS	37
2.1. Management of projects of models of elastic-dynamic effects of the earth's crust under nuclear power plants	37
2.2. Energy security in the problems of modeling wave fields on the structures of gas condensate fields	43
2.3. Modeling of the stress-strain state of foundations of engineering structures for the assessment of seismic hazard	50
2.4. Modeling the influence of the ecological and geophysical state of soils on engineering structures	59
Literature to chapter 2	68
CHAPTER 3. INFORMATION TECHNOLOGIES IN COMPUTER SIMULATION OF ENVIRONMENTAL-GEOPHYSICAL PROCESSES	71
3.1. Characteristics and analysis of satellite data of remote sensing of the Earth	71
3.2. Ecological and geophysical prediction and forecast of natural and man-made emergency situations	78
3.3. Forest fire monitoring using satellite data. Analysis of existing forest fire monitoring systems	96
3.4. Models of forced losses of the flooding state	105
Literature to chapter 3	129
CHAPTER 4. SIMULATION OF NATURAL AND MAN-MADE ECOLOGICAL-GEOPHYSICAL SITUATIONS RELATED TO ENVIRONMENTAL INFRASTRUCTURE	133
4.1. Assessment of the danger of the engineering situation in the event of a dam breach of the Middle Dnieper hydroelectric power station	133
4.2. Study of the seismic state of engineering objects taking into account the influence of thermal effects on the example of the Chernobyl nuclear power plant	138
4.3. Localization of fire-hazardous areas using satellite data for seismically active zones of Ukraine	145
4.4. Aspects of evaluation and development of energy geothermal resources of Ukraine's security	151
Literature to chapter 4	164

CHAPTER 5. GEOINFORMATION TECHNOLOGIES IN THE CRISIS MANAGEMENT OF CIVIL DEFENSE UNITS	168
5.1. Crisis management in conditions of natural and man-made threats to the activities of civil defense units	168
5.2. Ecological and geophysical situations of geoinformation systems in the activity of operational and rescue services	170
5.3. A geoportal for the assessment of natural and man-made threats in the activities of operational and rescue units of the State Emergency Service of Ukraine	173
5.4. The contribution of analytical modules of the geoportal to management decision-making in natural and man-made threats of ecological and geophysical situations	178
Literature to chapter 5	190
CHAPTER 6. ASSESSMENT OF FIRE RISKS OF PUBLIC PURPOSE BUILDINGS AND STRUCTURES	194
6.1. Functional purpose and general characteristics of children's preschool institution	194
6.2. Determination of dangerous fire factors and main hazards in public buildings	195
6.3. Calculation of the time of occurrence of dangerous fire factors by the integral model of the methodology	195
6.4. Mathematical model CFAST, as a tool for determining the limit values of dangerous fire factors	197
6.5. Calculation of evacuation time and individual fire risk on the example of a building of a children's preschool	201
Literature to chapter 6	207
EPILOGUE	209



Література до розділу 1

1. ДСТУ 19101:2009. Національний стандарт України «ДСТУ 19101:2009 Географічна інформація. Еталонна модель (ISO 19101:2002: [Електронний ресурс]:Режим доступу.: https://dl.dropboxusercontent.com/u/50512921/DSTU_ISO_19101_security.pdf.
2. ДСТУ 3302–96. Державний стандарт України. Система стандартів з баз даних. Структура системи словників інформаційних ресурсів : [Електронний ресурс] : Режим доступу. –https://dl.dropboxusercontent.com/u/50512921/31_3302.doc.
3. ДСТУ 4758:2007 Дистанційне зондування Землі з космосу. Оброблення даних. Терміни та визначення понять.
4. Азімов О. Т. Технології дистанційного зондування Землі і ГІС при створенні інформаційно–аналітичної системи аналізу ризику виникнення надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру / О.Т.Азімов, М.М.Сасюк // Матеріали конф. "ГІС Форум– 2000" (Київ, 13–16 листопада. 2000 р.). – Київ: ГІС–Асоц. України, 2000. – С. 66 – 72.
5. Барановский Н.В. Прогноз лесной пожарной опасности на основе новой концепции / Н.В.Барановский // Материалы Международной научно–практической конференции "Рациональное использование и воспроизводство лесных ресурсов в системе устойчивого развития". Беларусь, Гомель :Институт леса НАН Беларуси, 2007. – С. 129 – 132.
6. Бураков Д. А. Использование спутниковой информации для оценки динамики снегового покрытия в гидролого–математической модели стока весеннего половодья на примере бассейна Саяно–Шушенской ГЭС/Д.А.Бураков, И.Н. Гордеев, В.Ю. Ромасько // [Електронний ресурс] Режим доступу : <https://dl.dropboxusercontent.com/u/50512921/113-121.pdf>.
7. Бурштинська Х. В., Станкевич С. А. Аерокосмічні знімальні системи. НУ ЛП. Львів, 2014. – 292 с.
8. Стародуб Ю.П. Математичне моделювання динамічних задач сейсміки для вивчення будови земної кори. Пряма задача. Т.1. — Львів: Наукова бібліотека ім.В.Стефаніка НАН України, 1996. — 172 с.
9. Стародуб Ю.П. Математичне моделювання динамічних задач сейсміки для вивчення будови земної кори. Обернена задача. Т.2. — Львів: Наукова бібліотека ім.В.Стефаніка НАН України, 1996. — 106 с.
10. Гришин М.А. Теплофизика лесных пожаров / М.А. Гришин, А.Д. Грузин, В.Г. Зверев. – ИТФ СО АН СССР. – Новосибирск, 1984. – С. 38–75.
11. Демкин И.В., Стрельцов А.В., Галетов И.Д. Оценка риска инвестиционных проектов фармацевтического предприятия. Управление риском, 2004. № 4. с.16-27.
12. ДеМерс, Майкл Н. Географические информационные системы. Основы. *Дата+*. Москва, 1991. – 490с.
13. Можливість використання даних дистанційного зондування Землі для прогнозування пожежонебезпечності лісів (на прикладі зони відчуження Чорнобильської АЕС) / Довгий С.О., Лялько В.І., Трофимчук О.М. та ін. // Бюл. екологічного стану зони відчуження та зони безумовного (обов'язкового) відселення. – 2002. – № 1 (19). – С. 56–60.
14. Дубровський В.В. Космічний моніторинг лісових пожеж за знімками NOAA / Дубровський В.В., Пархісенко Я.В., Петроченко О.Ю. та ін. // Косм. наука і технологія. – 2002. – 8, № 2/3. – С. 246 – 248.
15. Жеребцов Г.А. Использование данных AVHRR с ИСЗ NOAA для обнаружения лесных пожаров. / Жеребцов Г.А., Кокоуров В.Д., Кошелев В.В., Минько Н.П.// Исслед. Земли из космоса. – 1995. – № 1. – С. 74 – 77.
16. Зібцев С.В. Аналізсучасноїлісопожежної обстановки і стану протипожежноїохоронирадіаційно-забрудненихлісівв зонах безумовного та гарантованоговідселення / Зібцев С.В., Савущик М.П. //Проблеміекологіїлісів і лісокористування на ПоліссіУкраїни./Наукові праці Поліської АЛНДС.–Житомир:Волинь. – 1998. – Вип. 5. – С. 138 – 146.

17. Зібцев С.В. Стан охорони лісів від пожеж в Україні та головні напрямки його покращення. / С. В. Зібцев // Науковий вісник Національного аграрного університету. Збірник наукових праць. – Вип. 25. – 2000. – С. 319 – 328.
18. Коровин Г.Н. Авиационная охрана лесов / Коровин Г.Н., Андреев Н.А. // – М.: Агропромиздат, 1988. – 223 с.
19. Красовський Г.Я., Андреев С.М., Бутенко О.С., Крета Д.Л. Отримання геоінформації з мережі Інтернет для завдань космічного моніторингу екологічної безпеки регіонів. Екологія і ресурси : зб. наук. праць Інституту проблем національної безпеки. Київ, 2005. №12. С.100-142.
20. Красовський Г.Я., Волошкіна О.С., Пономаренко І.Г., Слободян В.О. Інвентаризація водойм регіону з застосуванням космічних знімків і геоінформаційних систем. Екологія і ресурси: зб. наук. праць Інституту проблем національної безпеки. Київ, 2005. №11. С.19-41.
21. НАПБ А.01.002–2004 Правила пожежної безпеки в лісах України, затверджені наказом Державного комітету лісового господарства України 27.12.2004 року № 278. – 150 с.
22. Нестеров В.Г. Горимость леса и методы ее определения / В.Г. Нестеров // М.; Л.: Гослесбумиздат, 1949. – 76 с.
23. Общая оценка лесных пожаров 1990–2000 // Федеральная служба лесного хозяйства России. [Электронный ресурс]. – Доступный из <http://gisap.eu/ru/node/1100>.
24. Павличенко Е.А. Методика обнаружения пожаров по данным спутника NOAA. / Павличенко Е.А., Сухинин А.И. // Профилактики и тушение лесных пожаров. Красноярск : ВНИИПОМлесхоз, 1998. – С. 110–122.
25. Рак Ю. П., Скакун В. О. Ідентифікація загроз техногенній безпеці на основі методологій управління ризиками у регіональному проекті. Матер. 12-ої всеукр. наук.- практич. конф. рятувальників. ІДУЦЗ НУЦЗУ. Київ, 2010. С. 378-383.
26. Starodub Y., Karabyn V., Havrys A., Shainoga I., Samberg A. Flood risk assessment of Chervonograd mining-industrial district. Proc. SPIE 10783, 107830P. Event SPIE. Remote Sensing, 2018, Berling, Germany (10 October 2018). doi: 10.1117/12.2501928
27. Павлюк М.І. Геохімічні аспекти екологічної безпеки буріння нафтогазових свердловин на Південнобориславській площі Передкарпаття / Мирослав Павлюк, Ярослав Лазарук, Василь Карабин // Геологія та геохімія горючих копалин. – 2016. – № 1–2. – С. 5 – 16.
28. Starodub G. Assessment of anthropogenic changes natural hydrochemical pool Western Bug River G. Starodub / George Starodub, Vasyl Karabyn, Pavlo Ursulyak, Sophia Pyroszok // Studia regionalne i lokalne Polski Południowo-Wschodniej. Tom XI. Drogi wodne Europy Środkowo-Wschodniej. Dzierżowka – Krakow 2013. Str. 79 – 90.
29. Про затвердження Методики попередньої оцінки ризиків ...
<https://zakon.rada.gov.ua/go/z0153-18>
30. Стародуб Ю.П., Гаврись А.П. Модель формування регіональних портфельів проектів систем захисту територій від затоплень. Вісник ЛДУ БЖД: Збірник наукових праць. ЛДУ БЖД. Львів, 2016. №13. С. 70–78.
31. Стародуб Ю.П., Гаврись А.П. Використання допоміжного програмного забезпечення НЕС-GeoRAS та НЕС-RAS в проектах підвищення стану безпеки територій. Управління проектами і розвиток виробництва: Збірник наукових праць. Луганськ, 2015. №1(53). С. 30–35.
32. Стародуб Ю.П., Гаврись А.П. Ініціювання проектів підвищення стану безпеки територій засобами математичного моделювання повеней. Вісник ЛДУ БЖД: Збірник наукових праць. ЛДУ БЖД. Львів, 2015. №11. С. 96–100.
33. Стародуб Ю.П., Урсуляк П.П., Гаврись А.П. Моделювання процесом управління водними ресурсами в проектах підвищення стану безпеки. Вісник ЛДУ БЖД: Збірник наукових праць. ЛДУ БЖД. Львів, 2014. №10. С. 118–123.
34. Стародуб Ю.П., Гаврись А.П., Федюк Я.І. Структура та методологія управління ризиками надзвичайних ситуацій природного та техногенного характеру. Управління проектами і розвиток виробництва: Збірник наукових праць. Луганськ, 2014. №1(49). С. 25–32.

35. Стародуб Ю.П., Купльовський Б.Є., Шелюх Ю.Є., Гаврись А.П. Локалізація пожежонебезпечних ділянок з використанням супутникових даних для сейсмоактивних зон України. Пожежна безпека: Збірник наукових праць. ЛДУ БЖД. Львів, 2013. № 23. С. 151—158.
36. Starodub Y.P., Havrys A.P. Increasing areas security project for the risk flooding territories of Ukraine. *Stredoevropsky Vestnik pro vedu a vyzkum: Central European Journal for Science and Research*. Praha, 2015. Pp. 42–46.
37. Starodub Y.P., Havrys A.P. Applying the risk-height criteria for geospatial damage assessment of flooding territories of Ukraine. International conference «ТІЕМС 2017» - Kyiv. – 2017.
38. Гаврись А.П. Обґрунтування використання комп'ютерного моделювання в управлінні ризиками виникнення надзвичайних ситуацій / А.П. Гаврись, І.В.Стецюх, А.П. Романчук // Матеріали III Міжнародної науково-практичної конференції «Екологічна безпека як основа сталого розвитку суспільства. Європейський досвід і перспективи». Львів: ЛДУ БЖД, 2018. – с.228-229.
39. Гаврись А.П. Інформаційні технології в проектах захисту територій від затоплення (на прикладі Червоноградського району Львівської області) / А.П.Гаврись, Р.Я.Моренюк // Матеріали V Міжнародної науково-практичної конференції «Інформаційні технології та взаємодії» (IT&I'2018). Київ: КНУ ім. Т.Шевченка, 2018. – с.137-138.
40. Starodub, Y.P. & Havrys, A.P., (2018). Conceptual model of portfolio management project for territories protection against flooding. *MATEC Web of Conferences* 247, 00019 (2018) <https://doi.org/10.1051/mateconf/201824700019> FESE 2018.
41. Смотри О.О. Структурний аналіз лісових пожеж, динаміка їхнього розвитку та поширення / О.О. Смотри // Науковий вісник НЛТУ України. 2010 – Випуск 20 –С. 7.
42. Стародуб Ю. П. Спектральні індекси даних дистанційного зондування землі в проектах вивчення екогеофізичного стану навколишнього природного середовища / Стародуб Ю.П. Урсуляк П.П. // Збірка тез Міжнародної конференції «Двадцять п'ять років Чорнобильської катастрофи. Безпека майбутнього» [20–22 квітня 2011 року Київ]. Україна – С. 218–220.
43. Стародуб Ю.П., Урсуляк П.П. Інформаційні технології в комп'ютерному моделюванні еколого-геофізичних процесів. ЛДУ БЖД. Львів, 2013. – 159с.
44. Стародуб Ю.П., Гаврись А.П., Будчик П.А. Створення шейп-файлу в процесі моделювання водозбірних басейнів проекту вивчення небезпек водних надзвичайних ситуацій. Управління проектами: стан та перспективи: матеріали X Міжнар. наук.-практ. конф. Миколаїв, 2014. С. 281–283.
45. Стародуб Ю.П., Урсуляк П.П., Гаврись А.П. Моделювання процесом управління водними ресурсами в проектах підвищення стану безпеки. Вісник ЛДУ БЖД: Збірник наукових праць. ЛДУ БЖД. Львів, 2014. №10. С. 118–123.
46. Сухинин А.И. Система космического мониторинга лесных пожаров в Красноярском крае / А.И. Сухинин // Сиб. экологический журн. № 1.– 1996. – С. 85 – 91.
47. Управление лесными пожарами на экорегиональном уровне. Материалы Международного научно-практического семинара (Хабаровск, Россия. 9–12 сентября 2003 г.). – М.: Алекс, 2004. – 208 с.
48. Camia A. Fire Danger Rating in the European Forest Fire Information System (EFFIS): Current developments / Camia A., Barbosa P., Amatulli G., San-Miguel-Ayanz J. // *Forest Ecology and Management*. 2006. Vol. 234. Supplement 1. P. S20.
49. Canadian Forest Fire Danger Rating System / B.J. Stocks, M.E. Alexander, R.S. Mc Alpine et al. – Canadian Forestry Service, 1987. – 500 P.
50. Deeming J.E. The national fire danger rating system. / Deeming J.E., Burgan K.E., Cohen J.D. // Ogden, Utah: USDA Forest Service, General Technical report. INT–39. 1978. 66 P. 152.
51. Janne Gustaffson, Ahti Salo. Contingent Portfolio Programming for the Management of Risky Projects. *Operations Research* Vol.53, No.6, Nov-Dec 2005.
52. Fire Danger Rating in the European Forest Fire Information System (EFFIS): Current developments // *Forest Ecology and Management*. 2006. Vol. 234. Supplement 1. P. S20.]

53. Lee B.S. Information systems in support of wild land fire management decision making in Canada / Lee B.S., Alexander M.E., Hawke B.C., Lynham T.J., Stocks B.J., Englefield P. // *Computers and Electronics in Agriculture*. 2002. Vol. 37. N 1–2. P. 185 –198.
54. *Living with Risk. A global review of disaster reduction initiatives – Preliminary version.* - Geneva: ADRC, ISDR, UN, WMO; 2002. - 384 p.
55. NOAA KLM User's Guide: [Електроний ресурс].:Режим доступу. – <http://www.ncdc.noaa.gov/oa/pod-guide/ncdc/docs/klm/html/c3/sec3-1.htm>
55. Sol B. Comparative Study of Various Methods of Fire Danger Evaluation in Southern Europe// *International Journal of Wild land Fire*. 1999. Vol. 9. N 4. P. 235 – 246.
56. Taylor S.W. Science, technology and human factors in fire danger rating: the Canadian experience / Taylor S. W., Alexander M. E.// *International Journal of Wild land Fire*. 2006. Vol.15. N 1.P. 121 – 135.
57. Van Wagner C.E. Development and structure of the Canadian Forest Fire Weather Index System / Petawawa. Canadian Forest Service. Technical report 35. – Ontario, 1987. 37 p.
58. Viegas D.X. Comparative Study of Various Methods of Fire Danger Evaluation in Southern Europe / Viegas D. X., Bovio G., Ferreira A., Nosenzo A., Sol B // *International Journal of Wildland Fire*. 1999. Vol. 9. N 4. P. 235 – 246.
59. Карабин В.В. Щодо динаміки забруднення ґрунтових вод Передкарпаття у зоні техногенезу родовищ нафти / Василь Карабин, Володимир Колодій, Олександр Яронтовський, Юлія Козак, Оксана Карабин// *Праці наукового товариства імені Шевченка. Том XIX. Геологічний збірник.* – 2007. – С. 182-190.
60. Карабин В.В. Органическое загрязнение вод верхней части р. Западный Буг // *Веснік Брэсцакага ўніверсітэта. Серыя 5. Хімія. Біялогія. Навук Зямлі.* 2017. № 2. С. 33-43.
61. Карабин В.В. Моніторинг забруднення ґрунтів фенолами на ділянках впливу нафтогазорозвідувальних свердловин центральної частини Бориславсько-Покутського нафтогазоносного району // *Збірник наукових праць УкрДГРІ.* - 2018. - № 1-2. - С. 133-142.
62. Karabyn V., Shtain B., Popovych V. Thermal regimes of spontaneous firing coal washing waste sites. *News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Series of Geology and Technical sciences.* 2018. Volume 3, No 429. Pp. 64 – 74.
63. Карабин В.В. Чинники просідання та підтоплення територій вуглевидобутку Червоноградського гірничо-промислового району// *Мінеральні ресурси України.* - 2018. -№3. - С. 32-36.

Література до розділу 2

1. Рак Ю.П. Інформаційні технології управління регіональними портфелями проектів на основі офісу з безпеки життєдіяльності / Ю. П. Рак, О. Б. Зачко, В. Б. Федан // Науковий вісник Українського науково-дослідного інституту пожежної безпеки. – 2010. – № 2(22). – С. 45-49.
2. Рак Ю.П. Управління проектами та програмами модернізації системи безпеки життєдіяльності / Ю. П. Рак // Актуальні проблеми наглядно-профілактичної діяльності МНС України : матер. наук.-техн. конф. – Харків : УЦЗУ, 2008. – С. 178-181.
3. Руководство к своду знаний по управлению проектами (Руководство РМВОК®) Четвертое издание – Project Management Institute, 2008 – 18 с.
4. Стародуб Ю.П., Купльовський Б.Є., Гончар Т.М. Врахування впливу термічних ефектів на земну кору під Чорнобильською атомною електростанцією. Міжнародна конференція Двадцять п'ять років Чорнобильської катастрофи. Безпека майбутнього. – 20-22 квітня 2011 року. – Київ, Україна. – С.347 – 348
5. Стародуб Ю.П. Пряма динамічна задача сейсміки для вивчення будови земної кори. – Львів: Світ, 1998. – 164 с.
6. Introduction to COMSOL Multiphysics (PDF)..: Режим доступу: <http://www.comsol.com>
7. MatLab. Руководство для начинающих. Режим доступу: <http://chemometrics.ru/materials/textbooks/matlab.htm>
8. MD Nastran Desktop Modules - ZouchDynamicsLtd. Режим доступу: <http://www.zouchdynamics.co.uk/index.php/sme-solutions/md-nastran-desktop/18-zdlmain/zdlproducts/msc-software-products/md-nastran-desktop/34-md-nastran-desktop-modules2>
9. Ильющин А.А. Механика сплошной среды. - М.: Изд. Московского университета, - 1978. - 288 с.
10. Седов Л.И. Механика сплошной среды. 2 т. - М.: Наука, - 1984. - 560 с.
11. Тимошенко С.П., Гудьер Дж. Теория упругости. - М.: Наука, - 1975. - 576 с.
12. Бате К., Вилсон Е. Численные методы анализа и метод конечных элементов. - М.: Стройиздат, - 1982. - 448 с.
13. K.-J. Bathe Finite element procedures in engineering analysis. - Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey., - 1982, - 738 p.
14. O.C. Zienkiewicz., R.L.Taylor. The finite element method. Fifth edition. V. 1-3. Oxford 2000.
15. Ю.П. Стародуб, О.В. Кендзера, Т.Б. Брич, Б.Є. Купльовський. Математичне моделювання хвильових полів для дослідження сейсмічного стану інженерних об'єктів. Матеріали Міжнародної конференції «Геофізичні дослідження та моделювання фізичних полів Землі». Львів-Чинадієво. 16-18 вересня 2010 р. с.113 – 116.
16. Стародуб Ю.П., Т.Б. Брич. Оцінка та прогнозування пластових і порових тисків у гірському масиві шляхом математичного моделювання. «Геодинаміка», 2009 р., №1(8), с.84-90.
17. Стародуб Ю.П., Купльовський Б.Є., Брич Т.Б. та інші. Моделювання напружено-деформованого стану основ інженерних конструкцій для оцінки сейсмічної небезпеки // Геодинаміка. – Львів. – 2016. - №1 (20). – С. 162 - 169.
18. Кендзера О. В. Сейсмічна небезпека і сейсмічний захист в Україні / О. В. Кендзера // Український географічний журнал. – 2015. – № 3. – С. 9-15. – Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/UGJ_2015_3_4.
19. Старостенко В. І. Сейсмологічні дослідження для Чорнобильської АЕС / Старостенко В. І., Кендзера О. В., Омельченко В. Д., Вербицький С.Т., Вербицький Ю. Т., Амашукелі Т. А., Лісовий Ю. В., Рожок Н. І. // Національна академія наук України — Чорнобиль: Збірник наукових праць. / НАН України. Національна бібліотека України ім. В. І. Вернадського; Редкол.:О. С. Онищенко (гол.) та ін. — К., 2006. — Режим доступу: <http://www.nbuv.gov.ua/books/2006/chernobyl/svi.pdf>.

20. Кендзера О. Врахування амплітудно-частотних характеристик ґрунтової товщі при сейсмічному мікрорайонуванні будівельного майданчика в м. Одесі / Кендзера О., Семенова Ю. // Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Серія Геологія. – 2010. - № 2(49) – С. 10-13.
21. Вербицький С. Т. Метод Накамури та метод скінчених елементів при дослідженні АЧХС. / Вербицький С. Т., Брич Т. Б., Рожок Н. І., Купльовський Б. Є. // «Геодинаміка», 2011 р., №2(11), С.38-40.
22. Bathe K.-J. Finite element procedures in engineering analysis. / K.-J. Bathe // New Jersey, 1982, Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, - 738 p. David V. Hutton, Fundamentals of Finite Element Analysis / David V. Hutton // New York, 2004, McGraw-Hill, 495 p.
23. Zhangxin Chen. Finite Element Methods and Their Applications / Zhangxin Chen // Berlin, 2005, Springer, 411 P.
24. Zienkiewicz O.C. The Finite Element Method for solid and structural mechanics. Six edition. V. 1-3. / O.C. Zienkiewicz., R.L. Taylor // Oxford, 2005, Elsevier Butterworth-Heinemann - 632 p.
25. Брич Т. Б. Математичне моделювання впливу процесу поглиблення нафтогазової свердловини на напружено-деформований стан гірського масиву /Брич Т. Б./ Вісник Львівського університету. Серія фізична – 2010 р. – №. 45. – С. 135-141
26. Купльовський Б.Є. Моделювання хвильового поля для складних сейсмічних розрізів / Купльовський Б.Є.// Вісник Львівського університету. Серія фізична – 2010 р. – №. 45. – С. 141-150
27. David V. Hutton. Fundamentals of Finite Element Analysis / David V. Hutton // New York, 2004, McGraw-Hill, 495 p.
28. Singiresu S. Rao. The Finite Element Method in Engineering. Fourth edition. / Singiresu S. Rao // Miami, 2004, Elsevier Science & Technology Books, 664 p.
29. Стародуб Ю.П. Пряма динамічна задача сейсміки для вивчення будови земної кори. /Стародуб Ю.П.// НАН України. Карпатське відділення Ін-ту геофізики ім.С.І.Субботіна. – Львів: Світ, 1998. – 164 с.
30. Стародуб Ю.П., Гончар Т.М., Федюк Я.І., Захарченко А.В. Моделювання напружено-деформованого стану основ у будівельних конструкціях мостів 2012 р. – Міжнародна конференція Карпатського інституту геофізики НАН України м.Львів.
31. Bathe K. -J., Finite Element Procedures, Prentice Hall, 1996, 1037 p.
32. Zienkiewicz O.C., Taylor R.L. The Finite Element Method for Solid and Structural Mechanics. – Elsevier, 2005. - 648 p.
33. Вижва С.А. Теорія і методологія комплексної геодинамічної інтерпретації даних геофізичного моніторингу небезпечних геологічних процесів [Текст] : дис... д-ра геол. наук: 04.00.22 / Вижва Сергій Андрійович ; Київський національний ун-т ім. Тараса Шевченка. - К., 2004. - 270 с.
34. Вижва С.А. Вплив природних і техногенних процесів на потенційно небезпечні об'єкти [Текст] : монографія / С. А. Вижва [и др.] ; Київський національний ун-т ім. Тараса Шевченка. - К. : Київський ун-т, 2008. - 239 с.
35. ДБН В.2.3-22:2009 «Мости та труби. Основні вимоги проектування»
36. ДБН В.2.1-10:2018 «Основи та фундаменти будівель і споруд. Основні положення»
37. Рекомендации по комплексным мерам защиты зданий и сооружений на оползнеопасных склонах / [ред. А.И. Капитоненко, кор-ор С.А. Куприенко]. – К. : НИИСК, 1989. – 294 с.
38. Рыжов А.М. Рекомендации по расчёту оползневого давления на заданный элемент массива и общей устойчивости оползнеопасных склонов / А.М. Рыжов, С.В. Тимофеев (прил. 2). – К. : НИИСК, 1989. – 200 с.
39. Корнієнко М.В. Механіка ґрунтів. – К.: КНУБА. 2007. – 40 с.

40. Трофимчук А.Н. Математическое моделирование устойчивости оползневого склона при подъеме уровня грунтовых вод / А.Н. Трофимчук, Ю.И. Калюх, А.С. Глебчук // *Экологія і ресурси*. – 2008. – № 18. – С. 51-58.
41. Мостовой В.С. Оценка информативных параметров состояния строительных конструкций в режиме мониторинга / В.С. Мостовой, С.В. Мостовой, С.М. Кондра, Ж.С. Страшко // *Промышленное строительство и инженерные сооружения*, №1. – 2011. – С. 24-29.
42. Захаров Л.В., Колоколов Н.М., Цейтлин А.Л. Сборные неразрезные железобетонные пролетные строения мостов. - М.: Транспорт, 1983. - 232 с.
43. Chen W.F., Mizuno E. *Nonlinear Analysis in Soil Mechanics*, Elsevier, 1990. - 661 p.
44. Вербицкий Т.З., Стародуб Ю.П., Брич Т.Б. Вивчення розподілу напружень, деформацій і переміщень в масиві гірських порід з циліндричною неоднорідністю // *Геофиз. журн.* – 1988. – 10, № 6. – С. 36–43.
45. Стародуб Ю.П. Методика моделювання хвильових полів і напружено-деформованого стану в неоднорідному півпросторі з використанням методу скінченних елементів / Стародуб Ю.П., Кендзера О.В., Купльовський Б.Є. // *Препр. / НАН України, Центр математичного моделювання ІППММ*; №7, 2007. – 44 с.
46. Doltsinis I. *Elements of Plasticity*, WIT Press, 2000, 311 p.
47. Doltsinis I. A note on the stiffness and flexibility natural approach to the training spring cell, *Engineering Computations*, V.35 (3), 2018, p. 1130 – 1139.

Література до розділу 3

1. Стародуб Ю.П., Урсуляк П.П., Гавриш А.П. Інформаційні технології комп'ютерного моделювання ексгеофізичних процесів. – Затв.до друку Вченою радою Львівського державного університету безпеки життєдіяльності. Вид-во «Растр-7», 2019. – 224с.
2. Сайт проєкту OpenStreetMap : [Електронний ресурс].: Режим доступу. – www.openstreetmap.org
3. ДСТУ 19101:2009. Національний стандарт України «ДСТУ 19101:2009 Географічна інформація. Еталонна модель (ISO 19101:2002) : [Електронний ресурс].: Режим доступу. : https://dl.dropboxusercontent.com/u/50512921/DSTU_ISO_19101_security.pdf
4. 10. ДСТУ 3302—96. Державний стандарт України. Система стандартів з баз даних. Структура системи словників інформаційних ресурсів : [Електронний ресурс] : Режим доступу. – https://dl.dropboxusercontent.com/u/50512921/31_3302.doc
5. Camia A. Fire Danger Rating in the European Forest Fire Information System (EFFIS): Current developments / Camia A., Barbosa P., Amatulli G., San-Miguel-Ayanz J. // Forest Ecology and Management. 2006. Vol. 234. Supplement 1. P. S20.
6. Canadian Forest Fire Danger Rating System / B.J. Stocks, M.E. Alexander, R.S. Mc Alpineatall. – Canadian Forest ryservice, 1987. – 500 P.
7. Deeming J.E. The national fire danger rating system / Deeming J.E., Burgan K.E., Cohen J.D. // Ogden, Utah: USDA Forest Service, General Technical report. INT-39. 1978. 66 P.
8. Сайт Допомоги програми ENVI Вегетаційні індекси: [Електронний ресурс].: Режим доступу. – http://geol.hu/data/online_help/Understanding_Vegetation_and_Its_Reflectance_Properties.html
9. Стародуб Ю. П. Спектральні індекси даних дистанційного зондування Землі в проєктах вивчення екогеофізичного стану навколишнього природного середовища / Стародуб Ю. П. Урсуляк П. П. // Збірка тез Міжнародної конференції «Двадцять п'ять років Чорнобильської катастрофи. Безпека майбутнього» [20–22 квітня 2011 року Київ]. Україна – С. 218–220.
10. Дубин М. NDVI – теорія і практика [Електронний ресурс]. Режим доступу : <http://gis-lab.info/qa/ndvi.html>
11. Дубин М. NDVI – теорія і [практика] [Електронний ресурс]. Режим доступу : <http://gis-lab.info/qa/ndvi2.html>
12. Rouse J.W., Haas R.H., Schell J.A., Deering D.W. Monitoring vegetation systems in the Great Plains with ERTS // In 3rd ERTS Symposium, NASA SP-351 I. — 1973. — P. 309—317.
13. Бураков Д. А. Использование спутниковой информации для оценки динамики снегового покрытия в гидролого–математической модели стока весеннего половодья на примере бассейна Саяно–Шушенской ГЭС / Д.А. Бураков, И.Н. Гордеев, В.Ю. Ромасько // [Электронний ресурс] Режим доступу :<https://dl.dropboxusercontent.com/u/50512921/113-121.pdf>
14. ДСТУ 4758:2007 Дистанційне зондування Землі з космосу. Оброблення даних. Терміни та визначення понять.
15. Сайт Міністерства надзвичайних ситуацій [Електронний ресурс].: Режим доступу. – <http://www.mns.gov.ua/>
16. Зібцев С.В. Аналіз сучасної лісопожежної обстановки і стану протипожежної охорони радіаційно–забруднених лісів в зонах безумовного та гарантованого відселення / Зібцев С.В., Савущик М.П. //Проблеми екології лісів і лісокористування на Поліссі України/Наукові праці Поліської АЛНДС.–Житомир:Волинь. – 1998. – Вип. 5. – С. 138 – 146.
17. Зібцев С.В. Стан охорони лісів від пожеж в Україні та головні напрямки його покращення. / С. В. Зібцев // Науковий вісник Національного аграрного університету. Збірник наукових праць. – Вип. 25. – 2000. – С. 319 – 328.

18. НАПБ А.01.002–2004 Правила пожежної безпеки в лісах України, затверджені наказом Державного комітету лісового господарства України 27.12.2004 року № 278.
19. Рекомендації щодо гасіння лісових та торф'яних пожеж (лист МНС України від 18.03.2008 року № 06–3441/90).
20. НАПБ Б.05.007-96. Інструкція про порядок взаємодії підрозділів пожежної охорони МінЛісГоспу України і Державної пожежної охорони України при гасінні лісових пожеж. – 1996.
21. Національна доповідь про стан техногенної та природної безпеки в Україні у 2010 році» [електронний ресурс]. Режим доступу: <http://www.mns.gov.ua/content/nasdopov2010.html>
22. НАПБ А.01.002–2004 Правила пожежної безпеки в лісах України, затверджені наказом Державного комітету лісового господарства України 27.12.2004 року № 278.
23. Гришин М.А. Теплофизика лесных пожаров / М.А. Гришин, А.Д. Грузин, В.Г. Зверев. – ИТФ СО АН СССР. – Новосибирск, 1984. – С. 38–75.
24. Азімов О. Т., Технології дистанційного зондування Землі і ГІС при створенні інформаційно–аналітичної системи аналізу ризику виникнення надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру / О. Т. Азімов, М.М. Сасюк // Матеріали конф. "ГІС Форум–2000" (Київ, 13–16 листоп. 2000 р.). – Київ : ГІС–Асоц. України, 2000. – С. 66 – 72.
25. Рекомендації щодо гасіння лісових та торф'яних пожеж (лист МНС України від 18.03.2008 року № 06–3441/90).
26. Валендик Э.Н. Мониторинг лесных пожаров/ Э.Н. Валендик, А.И. Сухинин, Е.К. Кисилыхов, Б. А. Хребтов // Исследование лесов аэрокосмическими методами. Новосибирск: Наука. 1987.– С. 118–135.
27. Бурштинська Х. В. Аерокосмічні знімальні системи: Навч. посібник / Х. В. Бурштинська, С. А. Станкевич. – Львів: Видавництво Львівської Політехніки, 2010. – 292 с.
28. Барановский Н.В. Прогноз лесной пожарной опасности на основе новой концепции / Н.В. Барановский // Материалы Международной научно–практической конференции "Рациональное использование и воспроизводство лесных ресурсов в системе устойчивого развития". Беларусь, Гомель : Институт леса НАН Беларуси, 2007. – С. 129 – 132.
29. Стародуб Ю. П. Спектральні індекси даних дистанційного зондування Землі в проектах вивчення екогеофізичного стану навколишнього природного середовища / Стародуб Ю. П. Урсуляк П. П. // Збірка тез Міжнародної конференції «Двадцять п'ять років Чорнобильської катастрофи. Безпека майбутнього» [20–22 квітня 2011 року Київ]. Україна – С. 218–220.
30. Дубровський В.В. Космічний моніторинг лісових пожеж за знімками NOAA / Дубровський В.В., Пархісенко Я.В., Петроченко О.Ю. та ін. // Косм. наука і технологія. – 2002. – 8, № 2/3. – С. 246 – 248.
31. Можливість використання даних дистанційного зондування Землі для прогнозування пожежонебезпечності лісів (на прикладі зони відчуження Чорнобильської АЕС) / Довгий С.О., Лялько В.І., Трофимчук О.М. та ін. // Бюл. екологічного стану зони відчуження та зони безумовного (обов'язкового) відселення. – 2002. – № 1 (19). – С. 56–60.
32. Павличенко Е.А. Методика обнаружения пожаров по данным спутника NOAA. / Павличенко Е.А., Сухинин А.И. // Профилактики и тушение лесных пожаров. Красноярск : ВНИИПОМлесхоз, 1998. – С. 110–122.
33. Сайт Українського науково–дослідного інституту лісового господарства та агролісомеліорації (УкрНДІЛГА), м.Харків, [Електронний ресурс].: Режим доступу.
34. Сайт «Центр прийому і обробки спеціальної інформації та контролю навігаційного поля» (ЦПОСІ та КНП) [Електронний ресурс]. : Режим доступу : <http://dzz.gov.ua/CPOSI/>
35. Сайт Міжнародної асоціації «Український Центр Менеджменту Землі та Ресурсів» (УЦМЗР) [Електронний ресурс].: Режим доступу. – http://www.ulrmc.org.ua/index_ua.html

36. Canadian Forest Fire Danger Rating System / B.J. Stocks, M.E. Alexander, R.S. Mc Alpineatall. – Canadian Forest ryservice, 1987. – 500 P.
37. Deeming J.E. The national fire danger rating system / Deeming J.E., Burgan K.E., Cohen J.D. // Ogden, Utah: USDA Forest Service, General Technical report. INT–39. 1978. 66 P.
38. Camia A. Fire Danger Rating in the European Forest Fire Information System (EFFIS): Current developments / Camia A., Barbosa P., Amatulli G., San–Miguel–Ayanz J. // Forest Ecology and Management. 2006. Vol. 234. Supplement 1. P. S20.
39. Lee B.S. Information systems in support of wild land fire management decision making in Canada / Lee B.S., Alexander M.E., Hawke B.C., Lynham T.J., Stocks B.J., Englefield P. // Computers and Electronics in Agriculture. 2002. Vol. 37, N 1–2. P. 185–198.
40. Canadian Forest Fire Danger Rating System / B.J. Stocks, M.E. Alexander, R.S. Mc Alpineatall. – Canadian Forest ryservice, 1987. – 500 P.
41. Сайт Канадської лісової служби [Електронний ресурс]: Режим доступу. – <http://cfs.nrcan.gc.ca>
42. Taylor S. W. Science, technology and human factors in fire danger rating : the Canadian experience / Taylor S. W., Alexander M. E. // International Journal of Wild land Fire. 2006. – Vol.15, N 1.P. 121 – 135.
43. Taylor S. W. Science, technology and human factors in fire danger rating : the Canadian experience / Taylor S. W., Alexander M. E. // International Journal of Wild land Fire. 2006. – Vol.15, N 1.P. 121 – 135.
44. Deeming J.E. The national fire danger rating system / Deeming J.E., Burgan K.E., Cohen J.D. // Ogden, Utah: USDA Forest Service, General Technical report. INT–39. 1978. 66 P.
45. Сайт Wild land Fire Assessment System – WFAS [Електронний ресурс]. : Режим доступу. – <http://www.wfas.net>
46. Viegas D. X. Comparative Study of Various Methods of Fire Danger Evaluation in Southern Europe / Viegas D. X., Bovio G., Ferreira A., Nosenzo A., Sol B // International Journal of WildlandFire. 1999. Vol. 9, N 4. – P. 235 – 246.
47. Sol B. Comparative Study of Various Methods of Fire Danger Evaluation in Southern Europe // International Journal of Wild land Fire. 1999. Vol. 9. N 4. P. 235 – 246
48. Fire Danger Rating in the European Forest Fire Information System (EFFIS): Current developments // Forest Ecology and Management. 2006. Vol. 234. Supplement 1. P. S20.
49. Сайт Europe an Forest Fire Information System (EFFIS) [Електронний ресурс]: Режим доступу. – <http://forest.jrc.ec.europa.eu/effis/>
50. Стародуб Ю.П., Урсуляк П.П., Гаврись А.П. Інформаційні технології компютерного моделювання екшгеофізичних процесів. – Затв.до друку Вченою радою Львівського державного університету безпеки життєдіяльності. Вид-во «Растр-7», 2019. – 224 с.
51. Сайт Міністерства надзвичайних ситуацій [Електронний ресурс]: Режим доступу. – <http://www.mns.gov.ua/>
52. Географический энциклопедический словарь. – М : Советская энциклопедия, 1988. – С. 291-292
53. Сайт компанії CGIAR– CSI . [Електронний ресурс]: Режим доступу. – <http://srtm.csi.cgiar.org>

Література до розділу 4

1. Стародуб Ю.П., Урсуляк П.П., Гавриць А.П. Інформаційні технології в комп'ютерному моделюванні еколого-геофізичних процесів. – Львів : ЛДУ БЖД, 2019. – 224с.
2. Замай С.С., Якубайлик О.Э.. Програмное обеспечение и технологии геоинформационных систем: Учеб. пособие / Краснояр. гос. ун-т. Красноярск, 1998.-110 с.
3. Общество с ограниченной ответственностью научно-производственное предприятие «ТИТАН-ОПТИМА» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.titan-optima.ru/programm/volna/> .
4. Ю.П. Стародуб, В.В.Багнюк Моделювання та методика оцінка небезпеки інженерної обстановки при прориві греблі середньодніпровської ГЕС [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://journal.ldubgd.edu.ua/index.php/Visnuk/>.
5. Офіційний сайт Кам'янської міської ради [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://kam.gov.ua/pro_misto/informatsiya_pro_misto.
6. Городской информационный еженедельник «Наш репортер» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://nashreporter.com/society/plotina-v-kamenskom-unikalnyiy-vazhnyiy-i-opasnyiy-obekt-fotoreportazh/> .
7. Горишний В.А., Волков В.В., Чернецов В.Б., Борисенко Л.Н. Оценка инженерной обстановки в условиях чрезвычайной ситуации. – Н. Новгород: НГТУ, 2009. – 83 с.
8. Середньодніпровська ГЕС [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://uhe.gov.ua/filiyi/serednodniprovska_hes.
9. Сай В.М. Дослідження процесу підтоплення земель з врахуванням соціально-економічних збитків // Геодезія, картографія і аерофотознімання. 2011. - Вип. 75. 127-134.
10. ArcGis Online [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.esri.com/ru-ru/arcgis/products/arcgis-online/overview>.
11. Стародуб Ю.П. Математичне моделювання динамічних задач сейсміки для вивчення будови земної кори. Пряма задача. – Львів. Наукова бібліотека Національної академії наук України імені Василя Стефаника, 1996. - 172 с.
12. Detailed Natural Hazard Descriptions [Електронний ресурс]: Режим доступу. – <http://www.geoassurance.com/A-NHDDDisclosure.htm>
13. GEOLOGY, SEISMICITY AND SOILS [Електронний ресурс]: Режим доступу. – http://www.cp.berkeley.edu/LRDP/2020DEIR/4.5_Geology.pdf
14. Plate tectonics and people [This Dynamic Earth, USGS] [Електронний ресурс]: Режим доступу. – <http://pubs.usgs.gov/gip/dynamic/tectonics.html>
15. Сейсмічність України [Світовий центр даних з геоінформатики та сталого розвитку] [Електронний ресурс]: Режим доступу. – <http://wdc.org.ua/uk/node/192>
16. Стародуб Ю.П., Урсуляк П.П. Інформаційні технології в комплексному моделюванні еколого-географічних процесів, ЛДУ БЖД. – Львів - 2012. – 108с.
17. Свириденко В.Є., Бабіч О.Г., Швиденько А.Й. Лісова пірологія: Підр./За ред. В.Є. Свириденка. – К.: Агропромвидав України, 1999. – 172 с.
18. Общая оценка лесных пожаров 1990–2000 // Федеральная служба лесного хозяйства России. [Електронний ресурс]. – Доступний з <http://www.fao.org/docrep/006/ad653e/ad653e77>
19. Павличенко Е.А. Методика обнаружения пожаров по данным спутника NOAA. / Павличенко Е.А., Сухинин А.И. // Профилактики и тушение лесных пожаров. Красноярск : ВНИИПОМлесхоз, 1998. – С. 110–122.
20. Сайт «Центр прийому і обробки спеціальної інформації та контролю навігаційного поля» (ЦПОСІ та КНП) [Електронний ресурс]: Режим доступу. – <http://dzz.gov.ua/CPOSI/>
21. Методичні рекомендації щодо зниження небезпеки впливу лісових пожеж на арсенали, бази і склади боєприпасів, що розташовані в лісових масивах – [Електронний

ресурс]: Режим доступу. –<http://document.ua/metodichni-rekomendaciyi-shodo-znizhennja-nebezpeki-vplivu-l-nor19965.html>

22. Дубровський В., Пархісенко Я.В., Петроченко О.Ю., Потапенко Л.С., Рябоконеко О.Д., Штепа Ю.Н. Космічний моніторинг лісових пожеж за знімками NOAA в УЦМЗР//Космічна наука і технологія, т.8, №2-3, 2002, с.246-248.

23. Кудрявцев М.Ю., Лукин В.В., Малинецкий Г.Г., Митин Н.А., Науменко С.А., Подлазов А.В., Румянцев А.А., Торопыгина С.А. ИПМ им. М.В.Келдыша РАН Управление рисками лесных пожаров на территории Российской Федерации, 2008. – 28с.

24. Ceccato, P., Flasse, S.P., Downey, L.D. An automatic algorithm to detect vegetation fires globally from NOAA AVHRR data. EARSeL Advances in Remote Sensing, Vol.4, №4-XI, 1996. – С. 246 – 248.

25. I. Csizar. Fire Identification, Mapping and Monitoring from AVHRR (FIMMA). <http://www.ssd.noaa.gov/PS/FIRE/Layers/FIMMA/fimmaframes.htm>

26. Абушемко Н. А., Минько Н.П., Семенов С.М. Оценка точности спутниковых методов обнаружения лесных пожаров.//Всероссийская научная конференция «Дистанционное зондирование земных покровов и атмосферы аэрокосмическими средствами». Сборник докладов. Муром, 20-22 июня 2001г., с. 202-206.

27. Національний Атлас України. – К.: ДНВП „Картографія” . – 2007. – 440 с.

28. Стародуб Ю.П., Карпенко В.М., Стасенко В.М., Нікорюк М.С., Карпенко О.В., Рибчак В.Л. Аспекти оцінки та освоєння геотермальних ресурсів України. –Геодинаміка. – 2012. - №2 (13). – С.95-105.

29. Кулиев С.М., Есьман Б.И., Габузов Г.Г. Температурный режим бурящихся скважин. Надра. 1968. – 186 с.

30. Булатов А.И., Измайлов Л.Б., Лебедев О.А. Проектирование конструкций скважин. М.: Недра, 1979. –280 с.

31. Карпенко В.Н., Эсауленко В.А., Нікорюк Н.С. Концепция построения главного привода подъемного агрегата буровой установки 6 класса с лебедкой ЛБ-650Е. Сбiрник наук. праць ДонДТУ. Серія електротехніка і енергетика. Випуск 7/128. - Донецьк. - ДонДТУ, – 2007. – С.279-284.

32. Дудля М.А., Карпенко В.М., Гриняк О.А. Цзян Гошен. Автоматизація процесу буріння: монографія. – Дніпропетровськ: Національний гірничий університет. – 2005. – 207 с.

33. Галузева програма енергоефективності та енергозбереження на період до 2017 р. Наказ Міністерства промислової політики України № 152 від 25.02.2009 р.

34. Key World Energy Statistics. International Energy Agency. 2001 Edition

35. Шевцов А.І., Бараннік В.О., Земляний М.Г. та ін. Стан та перспективи реформування системи теплозабезпечення в Україні. Аналітична доповідь. Регіональний філіал Національного інституту стратегічних досліджень, м. Дніпропетровськ. -2010. –66 с.

36. Рекомендації Міністерства промислової політики України місцевим органам виконавчої влади щодо їх участі в реалізації інвестиційних проєктів з використанням альтернативних видів палива. 04.03.2009 р. –К.: – 44 с.

37. Енергетична стратегія України до 2030 року // [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://mpe.kmu.gov.ua/fuel/control/uk/doccatalog/list?currDir=50358>

38. Теплотехника. Швец И.Т., Толубинский В.И., Алабовский А.Н., Кираковский Н.Ф., Недужий И.А., Пивоваров Л.А. Изд. 3-е, доп. и перераб. Вища школа. К.: –1976. – 520 с.

39. Постанова № 104 від 30.09.2011, Національна комісія регулювання ринку комунальних послуг України.

40. Корчемний М. та інш. Енергозбереження в агропромисловому комплексі. - Тернопіль: 2001 - 657 с.

41. Кепко О.І. Енергозберігаючі режими роботи замкнутої системи опалення та вентиляції теплиць: Дис... канд. техн. наук: 05.14.06 / Уманський держ. аграрний ун-т. - К., 2005. – 193 с.

42. Зінь Е.А. Регіональна економіка. Підручник. К.: ВД Професіонал , 2007. –528 с

43. Энергосберегающее оборудование для обеспечения микроклимата в животноводческих помещениях: науч. аналит. обзор. Мишуоров Н.П., Кузьмина Т.Н. – М.: Росинформагротех, 2004. – 93 с.
44. Микроклимат животноводческих и птицеводческих зданий: Расчет и проектирование / Ю.М. Прыгунов, В.А. Новак, Г.П. Серый. – К.: Будівельник, 1986. – 80 с.
45. Ткач А. Огляд ринку скляних теплиць України. Нова ера в захисті рослин. Сингента, №20 листопад-грудень, 2009. – С. 10-12.
46. Про затвердження граничного рівня ціни на природний газ для промислових споживачів та інших суб'єктів господарювання (затверджено постановою НКРЕ України №517 від 30.04.2010) // Інформаційний бюлетень НКРЕ. - 2010. - №5
47. Про затвердження граничного рівня ціни на природний газ для промислових споживачів та інших суб'єктів господарювання (затверджено постановою НКРЕ України №1590 від 30.11.2010) // Інформаційний бюлетень НКРЕ. - 2010. - №12
48. Хиромаса Т. Кайбе, Икуто Аояма, Сейджироу Сано. Компания Комацу и её деятельность. Термоэлектричество №1, 2009. – С. 61-70.
49. В.В. Каминский, А.В. Голубков, М.М. Казанин, И.В. Павлов, С.М. Соловьёв, Н.В. Шаренкова, Термоэлектрический генератор (варианты) и способ изготовления термоэлектрического генератора, – Заявка на изобретение №2005120519/28 от 22.06.2005, положительное решение от 16.06.2006.
50. Плазменная газификация угля. Режим доступа <http://www.teplosoyuz.com/ru/technology/Sintesgas/plasma%203.html>
51. V.E.Messerle, A.B.Ustimenko, E.I.Karpenko. Plasma-energy Technologies for Improvement and Economy Indexes of Pulverized Coal Incineration and gasification.– The Proceedings of the 28-th International Technical Conference on Coal Utilization and Fuel systems. // Clearwater, Florida, USA. –Published by U.S. Department of Energy & Coal Technology Association of USA. – 2003.-P. 255-266.
52. Экономическая эффективность плазмохимической переработки угля <http://tbc-inv.ru/tech/2009-09-25-09-56-56>
53. Стогній О.В., Макаров В.М., Каплін М.І. Потенціал видобутку вугілля в Україні. Проблеми загальної енергетики, - 2011, вип. 2 (25). – С. 11-16.
54. Теплова генерація НАК «Енергетична компанія України» за 2 місяці року зменшила споживання природного газу. Міністерство енергетики та вугільної промисловості України. Режим доступу: <http://mpe.kmu.gov.ua>

Література до розділу 5

1. Кодекс цивільного захисту України (Відомості Верховної Ради, 2013, № 34-35, ст.458) (зі змінами від 19.02.2021№ 1259-IX). Електронний ресурс. Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/5403-17#Text>
2. Постанова Кабінету Міністрів України від 24 березня 2004 р. № 368 «Про Порядок класифікації надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру за їх рівнями». Електронний ресурс. Режим доступу: <https://www.kmu.gov.ua/npras/5390215>
3. Наказ МВС України від 26.12.2014 № 1406 (Зареєстровано в Міністерстві юстиції України від 16 січня 2015 р. № 47/26492) Про затвердження Положення про штаб з ліквідації наслідків надзвичайної ситуації та Видів оперативно-технічної і звітної документації штабу з ліквідації наслідків надзвичайної ситуації. Електронний ресурс. Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0047-15#n15>
4. Постанова Кабінету Міністрів України від 9 січня 2014 р. № 11 «Про затвердження Положення про єдину державну систему цивільного захисту» Електронний ресурс. Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/11-2014-%D0%BF#n10>
5. Сайт ДСНС України . Електронний ресурс. Режим доступу: https://www.dsns.gov.ua/ua/Vprovadghennya-Directiva-2007-60-EC-of-the-European-Parliament-and-of-the-Council-of-23-october-2007-on-the-assessment-and-management-of-flood-risks.html?_cf_chl_managed_tk__=pmd_CYRD1YRPS6FVacbzQQ.10vRVjRygl_jZnZNi0yB2SN8-1633068048-0-gqNtZGzNA3ujcnBszQdl
6. Сайт Гідрометцентру Електронний ресурс. Режим доступу: <https://meteo.gov.ua>
7. ALOHA Електронний ресурс. Режим доступу: <https://www.epa.gov/comeo/aloha-software>
8. Psthfinder (евакуація, небезпечні чинники) Електронний ресурс. Режим доступу: <https://pyrosim.ru/raschet-vremeni-ehvakuacii-lyudej>
9. Програма FDS (Fire Dynamics Simulator) Електронний ресурс. Режим доступу : http://fds.sitis.ru/docs/FDS_5_User_Guide.pdf
10. OpenGTS Project Електронний ресурс. Режим доступу: <http://www.opengts.org>
11. Ємельяненко С.О. Геоінформаційний портал, як платформа для візуалізації та оцінювання пожежних ризиків у житловому секторі / С.О. Ємельяненко, Ю.І. Рудик, Т.С. Рак // Збірник наукових праць «Пожежна безпека». – Львів: ЛДУ БЖД, 2017. – Вип. 30. – С. 83-90.
12. Шипулин В. Д. Основные принципы геоинформационных систем: учебн. пособие / Шипулин В. Д.; Харьк. нац. акад. гор. хоз-ва. – Х.: ХНАГХ, 2010. – 337 с.
13. GRASS— [Електронний ресурс] — Режим доступу: <https://grass.osgeo.org/>
14. gvSIG – [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://gisgeography.com/gvsig-software/>
15. GDAL – [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://gdal.org/index_ru.html
16. Mapserver – [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://mapserver.org/ru/products.html>
17. OpenLayers– [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://openlayers.org/>
18. Gis-Lab.info – [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://gis-lab.info/>
19. Січ-2 – [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://sich2.ikd.kiev.ua//map.php>
20. Геоинформационный программный комплекс MicroGIS [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.micro-gis.com/index.php/uk/menu-gis-ua/menu-microgis-map-ua>
21. Редактор MicroGisEditor – [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.micro-gis.com/index.php/uk/menu-gis-ua/menu-microgis-editor-ua>
22. ALOHA – [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://response.restoration.noaa.gov/sites/default/files/aloha.pdf>
23. Calixto, Eduardo. Safety Science : Methods to Prevent Incidents and Worker Health Damage at the Workplace. Bentham Science Publishers, Limited, 2015. [Electronic resource]. Access mode:

https://search.library.smu.edu.sg/discovery/fulldisplay?vid=65SMU_INST:SMU_NUI&docid=alma99252479702601

24. Marplot. [Electronic resource]. Access mode: <https://response.restoration.noaa.gov/sites/default/files/marplot.pdf>

25. MARPLOT Software [Electronic resource]. Access mode: <https://www.iafc.org/topics-and-tools/resources/resource/marplot-software>

26. Sergiy Yemelyanenko Mechanism of Fire Risk Management in Projects of Safe Operation of Place for Assemblage of People / Sergiy Yemelyanenko, Andriy Ivanusa, Halyna Klym // Proceedings of the XIIth International Scientific and Technical Conference CSIT 2017. – Lviv: Lviv Polytechnic National University, 05-08 septembr 2017. – P. 305-308/

27. Ємельяненко С. О. Оцінка пожежного ризику з електротехнічних причин у житлових будинках / С. О. Ємельяненко, А. Д. Кузик, Ю. І. Рудик // Пожежна безпека : Зб. наук. пр. - Львів : ЛДУ БЖД, 2013. - № 20. - С. 105-110.

28. ДСТУ-88-28 Пожежна безпека. Загальні положення [Чинний від 2020-01-01]

29. CFAST – Consolidated Model of Fire Growth and Smoke Transport (Version 6) / Software and Experimental Validation Guide. – Chapters 5 – 11 // 5036-5-1 RU National Institute of Standards and Technology U.S. – Department of Commerce. – 2008. – 54 p.

30. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности : Федер. Закон. № 123-ФЗ от 22 июля 2008 г. – 157 с.

31. Брушлинский Н. Н. Пожарные риски. Основные понятия / Н. Н. Брушлинский, Ю. М. Глуховенко, В. Б. Коробко. – М. : Бюлетьень Национальной Академии Наук пожарной безопасности, 2004. – 47с.

32. Guidance Document for Incorporating Risk Concepts into NFPA Codes and Standards / prepared by: Susan Rose, Stephanie Flamberg, Fred Leverenz. – Massachusetts, 2007. – 125 p.

33. Jonkman S. N. An overview of quantitative risk measures for loss of life and economic damage / S. N. Jonkman, P.H.A.J.M. van Gelder, J. K. Vrijling // Journal of Hazardous Materials. – 2002. – A99. – P. 1-30.

34. ALARP "at a glance". – [Електронний ресурс]. – режим доступу : <http://www.hse.gov.uk/risk/theory/alarplglance.htm>

35. Хенли Э. Дж. Надежность технических систем и оценка риска / Э. Дж. Хенли, Х. Кумамото; пер. с англ. В. С. Сыромятникова, Г. С. Деминой // Под общ. ред. В. С. Сыромятникова. – М. : Машиностроение, 1984. – 528 с.

36. Barry T. Risk-Informed, Performance-Based Industrial Fire Protection An Alternative to Prescriptive Codes / Thomas F. Barry; Chapter 1. Program Objectives. – 2000. – 700 p.

37. Постанова Кабінету Міністрів України № 715 «Про затвердження критеріїв, за якими оцінюється ступінь ризику від провадження господарської діяльності та визначається періодичність здійснення планових заходів державного нагляду (контролю) у сфері техногенної та пожежної безпеки Державною службою з надзвичайних ситуацій [Електронний ресурс] [Чинний від 12 вересня 2018 р.]. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/715-2018-%D0%BF>

38. Постанова Кабінету Міністрів України від 10 травня 2018 р. № 342 «Про затвердження методики розроблення критеріїв, за якими оцінюється ступінь ризику від провадження господарської діяльності та визначається періодичність здійснення планових заходів державного нагляду (контролю), а також уніфікованих форм актів, що складаються за результатами проведення планових (позапланових) заходів».

39. Allan Grice Fire risk. Fire safety Lav and its Practical Application / Allan M. Grice. – London : Printed in the UK by Marston Digital. – 2009. – 230 p.

40. Hasofer A. M. Risk Analysis in Building Fire Safety Engineering / A. M. Hasofer, V. R. Beck, I. D. Bennetts. – Amsterdam, 2007. – 189 p.

41. Jonkman S. N. An overview of quantitative risk measures for loss of life and economic damage / S. N. Jonkman, P.H.A.J.M. van Gelder, J. K. Vrijling // Journal of Hazardous Materials. – 2002. – A99. – P. 1-30.

42. Janik P. Ocena ryzyka w procesie przeciwdziałania zagrożeniom ludzi i środowiska [Електронний ресурс] / Pawel Janik. – Режим доступу: http://www.ochronaprzeciwpozarowa.pl/ocena_ryzyka_w_procesie_przeciwdzialania_zagrozeniom_ludzi_i_srodowiska_cz._1a,artykul,pl,112,0.html
43. ДБН В.2.2-9:2018 «Громадські будинки та споруди. Основні положення» [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://dbn.co.ua/load/normativy/dbn/1-1-0-405>
44. Aven T. Quantitative risk assessment : the scientific platform / T. Aven // Norway : University of Stavanger, Cambridge University Press, 2011. – 211 p.
45. Yung D. Principles of fire risk assessment in buildings / David Tin Lam Yung // Canada : 2008. – 227 p.
46. Yung D. Consideration of reliability and performance of fire protection systems in FiRECAM / D. Yung, N. Bénichou // Proc. In FIRE Conference. – Ottawa : 2000. – P. 1–11.
47. Yung D. A description of the probabilistic and deterministic modeling used in FiRECAM. / D. Yung, G. V. Hadjisophocleous, G. Proulx // International Journal on Engineering Performance-Based Fire Codes, 1999. – Vol. 1. – P. 18-26.
48. Бегун В. В. Моніторинг безпеки на основі аналізу імовірнісних структурно-логічних моделей виробництва / В. В. Бегун // Моделювання та інформаційні технології: 36. наук. пр. – К. : ППМЕ ім. Г.Є. Пухова НАН України, 2009. – Вип. 52. – С. 53-75.
49. Климась Р. В. Розрахунок ризиків виникнення аварій із застосуванням програми SARHIRE / Р. В. Климась // Сучасні проблеми охорони праці та аерології гірничих підприємств. – Донецьк : ДонНТУ. – 2011. – С. 6-9.
50. Dow's Fire and Explosion Index Hazard Classification Guide. – New York: Dow Chemical Company, American Institute of Chemical Engineers, 1994. – P. 25-32.
51. NFPA 101A, Alternative Approaches to Life Safety. – Quincy, MA: National Fire Protection Association, 2001. – P. 56-73.
52. Hultquist H. Evaluation of a Fire Risk Index Method for Multistorey Apartment Buildings / H. Hultquist, B. Karlsson. – Sweden : Lund University, 2000. – № 3088. – P. 34-46.
53. Karlsson B. Fire Risk Index Method — Multi Storey Apartment Buildings. FRIM-MAV. Version 2.0. / B. Karlsson // Trätek, Rapport 0212053. –2002. – P. 22-28.
54. Evaluation en Vue de la Determination de la Grandeur des Compartiments Coupe-Feu. Note Explicative de Protection Incendie. – VKF/AEAI. – 2007. – 115 p.
55. Evaluation of Fire Hazard and Determining Protective Measures (According to Method M. Gretener). Association of Cantonal Institutions for Fire Insurance, Fire Prevention Service for Industry and Trade. – 1973. – P. 12-16.
56. Fontana M. (1984). Swiss Rapid Risk Assessment Method / M. Fontana // Institute of Structural Engineering, SIA 81. — Zurich, Switzerland : ETH. – P. 20-28.
57. Kaizer J. Experiences of the Gretener Method / J. Kaizer // Fire Safety Journal. – 1979/80. – vol. 2. – P. 213–222.
58. Cluzel D. Methode ERIC. Evaluation du Risque Incendie par le Calcul / D. Cluzel, P. Sarrat // In: Proc. CIB Symposium on Systems Approach to Fire Safety in Buildings, Vol. : 1979. – P. 37-58.
59. ISO/TC92/SC4/WG10 N24 Rev: Draft Material submitted describing Fire Risk Assessment Methods. – 2001. – P. 1-40.
60. Frantzich H. Risk Concepts in Fire Safety Design. – [Електронний ресурс] / Frantzich H., Nystedt F., Lundin J. – режим доступу : http://www.oresundsafety.se/pdf/Paper_Malta.pdf
61. Hasofer A. M. Risk Analysis in Building Fire Safety Engineering / A. M. Hasofer, V. R. Beck, I. D. Bennetts. – Amsterdam, 2007. – 189 p.
62. ДСТУ ISO 22324:2017 (ISO 22324:2015, IDT) Соціальна безпека. Управління у надзвичайних ситуаціях. Методичні рекомендації щодо кольорового кодування попереджень про небезпеку [Електронний ресурс]. Закон від 28.06.1996 № 254к/96-ВР / Верховна Рада України. – Режим доступу : https://en.wikipedia.org/wiki/ISO_22324#cite_ref-2

Література до розділу 6

1. Концепція управління ризиками надзвичайних ситуацій техногенного і природного характеру [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.mns.gov.ua/content/education_kurns.html
2. ДСТУ-88-28 Пожежна безпека. Загальні положення [Чинний від 2020–01–01]
3. CFAST – Consolidated Model of Fire Growth and Smoke Transport (Version 6) / Software and Experimental Validation Guide. – Chapters 5 – 11 // 5036-5-1 RU National Institute of Standards and Technology U.S. – Department of Commerce. – 2008. – 54 p.
4. Постанова Кабінету Міністрів України № 715 «Про затвердження критеріїв, за якими оцінюється ступінь ризику від провадження господарської діяльності та визначається періодичність здійснення планових заходів державного нагляду (контролю) у сфері техногенної та пожежної безпеки Державною службою з надзвичайних ситуацій [Електронний ресурс] [Чинний від 12 вересня 2018 р.]. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/715-2018-%D0%BF>
5. Постанова Кабінету Міністрів України від 10 травня 2018 р. № 342 «Про затвердження методики розроблення критеріїв, за якими оцінюється ступінь ризику від провадження господарської діяльності та визначається періодичність здійснення планових заходів державного нагляду (контролю), а також уніфікованих форм актів, що складаються за результатами проведення планових (позапланових) заходів».
6. FDS simulation of fire spreading on facade heat insulating system Yakovchuk, R., Kuzyk, A., Kagitin, O., Ivanusa, A., Yemelyanenko, S. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 635(1),012009, 2021 DOI 10.1088/1755-1315/635/1/012009
7. Fire Dangerous Properties of the Most Common Plants of Grass Ecosystems in Ukraine, S.O. Yemelianenko, K.L. Drach, A.D. Kuzyk, ECOLOGIA BALKANICA–Volume 12, Issue 1/June 2020, p. 147-154.
8. Computer simulation of fire test parameters façade heat insulating system for fire spread in fire dynamics simulator (FDS) Yakovchuk, R., Kuzyk, A., Skorobagatko, T., (...), Borys, O., Dobrostan, O., News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, Series of Geology and Technical Sciences, 2020, 4(442), pp. 35-44.
9. Fire risks of public buildings Yemelyanenko, S., Ivanusa, A., Yakovchuk, R., Kuzyk, A. News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, Series of Geology and Technical Sciences, 2020, 6(444), pp. 75-82.
10. Ivanusa, A., Yemelyanenko, S., Yakovchuk, R., Ivanusa, Z. Safety-focused Stakeholder Management in Civil Protection Projects. IEEE 2019 14th International Scientific and Technical Conference on Computer Sciences and Information Technologies, CSIT 2019 – Proceedings 2,8929847, p. 27-31. <https://ieeexplore.ieee.org/document/8929847>.
11. Yemelyanenko, S., Rudyk, Y., Kuzyk, A., Yakovchuk, R. Geoinformational system of rescue services. MATEC Web of Conferences. Volume 247, 10 December 2018, Номер старті 000302018 Fire and Environmental Safety Engineering, FESE 2018; Lviv State University of Life SafetyLviv; Ukraine;
12. Yemelyanenko, S., Rudyk, Y., Ivanusa, A. Geoinformational system for risk assessment visualization. 2018 IEEE 13th International Scientific and Technical Conference on Computer Sciences and Information Technologies, CSIT 2018 – Proceedings 1,8526743, p. 17-20. <https://ieeexplore.ieee.org/document/8526743>.
13. Yemelyanenko, S., Ivanusa, A., Klym, H. Mechanism of fire risk management in projects of safe operation of place for assemblage of people. Proceedings of the 12th International Scientific and Technical Conference on Computer Sciences and Information Technologies, CSIT 2017. 1,8098792, p. 305-308. <https://ieeexplore.ieee.org/document/8098792>.

ПІСЛЯМОВА

Методи прогнозування надзвичайних ситуацій найбільш розвинені для ситуацій природного характеру, точніше, для небезпечних природних явищ, що їх викликають. Для своєчасного прогнозування та виявлення небезпечного природного явища на стадії його зародження необхідна налагоджена загальнодержавна система моніторингу за провісниками стихійних лих і катастроф.

Представлені комплексні методики і алгоритми використані для проведення моніторингу та прогнозування надзвичайних ситуацій природного та техногенного характеру.

Запропонований комплексний підхід до вирішення задачі є новим у сегменті еколого-геофізики. Зроблена постановка задачі, дане її розв'язання з застосуванням сучасного програмного забезпечення. Останнє дозволило виконувати моделювання для розрахунку впливу ефектів натурної пружності, зокрема, термічних ефектів, і впливу таких факторів, як розломи, вивчити їх динаміку і на основі цього стан земної кори під атомними електростанціями. Даний підхід є новим, оскільки раніше подібні задачі вирішувались більш затратними способами, як по часу так і по ресурсах і ефективним, адже заощаджує час і фінансові витрати на вирішення досліджуваних проблем.

Представлено результати моделювання хвильового поля в неоднорідному гірському масиві Дробишівського газоконденсатного родовища з використанням представленої моделі півпростору. Показано суттєвий вплив горизонтальних і обмінних коливань на хвильове поле у випадку задач нафтогазової сейсморозвідки.

Здійснено моделювання напружено-деформованого стану осадового шару під інженерними конструкціями. Розраховано хвильове поле в середовищі. Розрахунок напружено-деформованого стану осадового шару та моделювання хвильового поля у середовищі проводилися для трьох моделей осадового шару навантаженого інженерними конструкціями для моделей осадового шару різної товщини. Розраховано передаточну характеристику осадового шару для трьох моделей. Проведене моделювання показало, що передаточна характеристика середовища суттєво змінюється в залежності від навантаження, яке діє на нього.

Досліджено та проаналізовано метод локалізації та ліквідації надзвичайних ситуацій, шляхом моделювання поведінки ґрунтового масиву внаслідок дії структурних навантажень. Застосування наведеної методики дозволяє управляти геотехнічними процесами з метою зменшення негативного впливу техногенних факторів на навколишнє середовище, дає можливість теоретично спрогнозувати стійкість інженерних споруд і на практиці мінімізувати наслідки надзвичайних ситуацій від напружень і деформацій ґрунтів під мостоінженерними конструкціями.

У модельних експериментах використаний програмний пакет ArcGIS, який у порівнянні з іншими програмними продуктами має якісно задокументований функціонал можливостей програми. Дані картографування сніжного покриву можуть успішно використовуватись для прогнозування рівня вод в ріках під час періодів весняних паводків. Розробляється система моніторингу лісових пожеж, запровадження такої системи дасть змогу спрогнозувати виникнення лісових пожеж, проводити оцінку стану насаджень та вигорілих поверхогь на території України.

Описані процедури підготовки даних цифрової моделі рельєфу з використанням можливостей програми ArcGIS. Показане підключення та створення власної бази даних, завантаження висотних даних України і регіону інтересу дослідження. Розроблено опції та встановлено параметри аналізу, проведено етапи аналізу рельєфу на території Львівської області. Представлено використання наборів інструментів аналізу растрів (візуальних зображень) – скриптів на мові Python, змодельовано ранги стоків, показано створення шейп-файлів та додавання до карти шару точок просторової прив'язки. Визначено водозбірні площі (басейни) на території Миколаївського району Львівської області. Проведено оцінювання водного стану, показано приклад підготовки даних і аналізу рельєфу щодо стану водних потоків і водної ситуації в цілому на прикладі Львівської області. Описані карти ризиків

затоплення і їх застосування. Розкрито етапи та процеси створення проєкту карт ризиків затоплення на прикладі річки Західний Буг без врахування приток.

Взявши до уваги характеристику греблі та водосховища, і, використавши відповідні формулювання для обчислення фактору аварійної ситуації, пов'язаної із затопленням, та моделювання за допомогою програми ArcGIS, отримані результати можливих наслідків прориву дамби для населеного пункту загалом, чи певного підприємства, зокрема. Моделювання дає змогу місцевим аварійно-рятувальним службам оперативно оцінювати загрозу аварії чи надзвичайну подію, мати уявлення про наслідки та заздалегідь вжити заходів щодо недопущення її виникнення. Методологія дослідження можливих наслідків прориву дамби Середньодніпровської ГЕС, описана в книзі може використовуватись для інших загрожених щодо затоплення територій.

У результаті проведеного модельного дослідження зроблено висновок про те, що запропоноване розв'язання задачі дослідження сейсмічного стану інженерних об'єктів з врахуванням термічних ефектів дає можливість змоделювати вертикальну і горизонтальну компоненти хвильового поля у випадку складно-побудованих розрізів з вертикальною і горизонтальною неоднорідністю геолого-геофізичних параметрів, з врахуванням нахилу границь, розломів, неоднорідностей та можливістю аналізу хвильового поля, і інтерпретації поздовжніх, поперечних хвиль та впливів природної незначної зміни температури в районі об'єкту. Метод дозволяє враховувати зосереджені джерела підвищеної температури на інженерному об'єкті.

Представлено приклад застосування методу скінчених елементів для дослідження характеру хвильового поля в земній корі для неідеально-пружного середовища під інженерними об'єктами, на прикладі Чорнобильської АЕС, для випадку, коли неідеально-пружність враховується шляхом оцінки впливу температурних змін на сейсмічний стан об'єкту.

Існує гостра необхідність проведення в Україні наукових досліджень сучасного стану пожежонебезпеки лісів, проблем запобігання, виявлення, гасіння пожеж, технічного та методичного забезпечення протипожежних служб, дальнішого поєднання нормативних документів з метою підвищення ефективності протипожежної охорони лісів та зменшення її вартості. Інформація, яка отримана в результаті зйомки зі супутника, необхідна для моніторингу великомасштабних пожеж та оцінки їх наслідків, а також для розробки узагальненої математичної моделі пожеж у лісових масивах, яка дозволить вдосконалити методику прогнозування та локалізації пожежної небезпеки лісових масивів, зокрема, в сейсмічно активних зонах.

Застосування супутникових систем допомагає у випіщенні трьох основних проблем – підвищення точності виявлення пожежі; скорочення кількості помилкових сповіщень; виявлення і уточнення влтів природи походження різноманітних типів спалахів.

Розглянута в монографії геотермальна енергетика в Україні дозволить забезпечити всіх мешканців, що проживають на її території, а також, тваринництво і рослинництво тепловою і електричною енергією в повному обсязі з одноразовими витратами на створення геотермоелектричних установо (ГТЕУ) в обсязі 200÷400 млрд. грн. проти існуючих щорічних витрат на неї в обсязі 100 млрд. грн. (на 2018 рік). При тому, кожна наступна геотермальна свердловина після витрат на створення перших 3-х ГТЕУ стає окупною за один рік. Звільнений від спалювання газ направляється на випуск термоізолюючих матеріалів для заміни теплових мереж. Геотермальна енергетика змінить державну стратегічну парадигму – економія енергетичних ресурсів, що спалюються і яка стримує розвиток суспільства, на протилежну – збільшення споживання теплової і електричної енергії, що надає живому та рослинному світу світло, тепло, чисту воду і повітря, а після окупності, необмежене споживання її кількості, і яка прямим чином буде спрямована на розвиток суспільства.

Створюються необхідні параметри карт і генеруються посилання, які можна відправити користувачеві для обробки інформації. Є можливість поставити пароль для того, щоб зберегти конфіденційність інформації, а посилання може існувати певний проміжок часу. У розробленому геопорталі, представленому в книзі, можуть бути вказані важливі об'єкти

критичної інфраструктури. До них належать будь-які місця скупчення людей, об'єкти підвищеної пожежної небезпеки, бомбосховища та місця стратегічного характеру, та ін. Тому потрібно чітко розмежувати інформацію, що може подаватися на картах геоінформаційного середовища, на ту що доступна для широкого загалу, та на ту що доступна лише для працівників які мають відповідний рівень доступу до інформації. Потрібне чітке розмежування доступу, яке б передбачало вільний доступ до загальної інформації, для будь-якого користувача онлайн ресурсу та запит відповідного "ключа" (логіну та паролю), для більш детальної інформації, яка може бути використана зловмисниками, особливо в час воєнного стану. Тобто в геопорталі для доступу до деяких із шарів потрібна подвійна авторизація користувачів. Для створення карти може проводитися моніторинг за тенденцією випадків надзвичайних ситуацій (НС), і прийматися висновки керівництвом про збільшення витрат на протипожежні і заходи з цивільної безпеки (ЦЗ) об'єктів, засоби та пропаганду боротьби з причинами НС у відповідному районі та збільшення кількості перевірок приміщень, як житлового так і промислового характеру, на відповідність до норм ЦЗ.

В базу даних також можуть бути занесені об'єкти, що є потенційно небезпечними за умови непередбачуваних погодніх умов, як от перевищення норми опадів у декілька раз, що може призвести до затоплення багатьох об'єктів та будівель, наприклад підземні переходи. Відповідно до прогнозів синоптиків можна готувати техніку або і попереджувати відповідну НС на місці.

Запропонована методика розрахунку та засоби візуалізації дозволяють рятувальнику, що приймає рішення, комплексно оцінити обстановку під час проектування та уникнути можливих наслідків НС, що дозволить підвищити рівень безпеки.

Представлений метод розрахунку часу евакуації людей дозволяє визначити час евакуації, за відсутності систем оповіщення, залежно від часу слідування пожежно-рятувальних підрозділів до місця пожежі.

Отримані розрахункові значення індивідуального пожежного ризику для об'єктів громадського призначення запропоновано оцінювати за загальноприйнятою шкалою Всесвітньої організації охорони здоров'я та основними кольоровими кодами і рівнями важкості, встановленими ДСТУ ISO 22324:2017 Соціальна безпека. Управління у надзвичайних ситуаціях. Методичні рекомендації щодо кольорового кодування попереджень про небезпеку (ISO 22324:2015, IDT).