

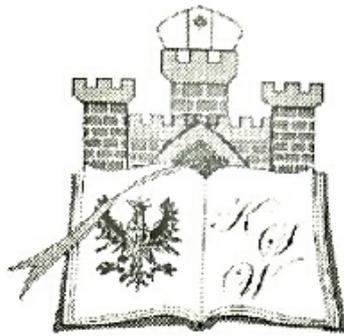
Kujawska Szkoła Wyższa we Włocławku
(Cuiavian University in Włocławek)



**TECHNICAL SCIENCES:
HISTORY,
THE PRESENT TIME,
THE FUTURE,
EU EXPERIENCE**

INTERNATIONAL SCIENTIFIC AND PRACTICAL CONFERENCE

Włocławek, Republic of Poland
September 27–28, 2019



Cuiavian University in Wloclawek

International scientific and practical conference

**TECHNICAL SCIENCES: HISTORY, THE PRESENT
TIME, THE FUTURE, EU EXPERIENCE**

September 27–28

INFORMATICS AND CYBERNETICS
ELECTRONICS, RADIO ENGINEERING AND COMMUNICATIONS
AUTOMATION AND COMPUTER TECHNOLOGY
MECHANIC ENGINEERING
TRANSPORT

**Wloclawek,
Republic of Poland
2019**

International scientific and practical conference «Technical sciences: history, the present time, the future, EU experience» Wloclawek, Republic of Poland, September 27–28, 2019. Wloclawek: Izdevnieciba «Baltija Publishing», 2019. 200 pages.

ORGANISING COMMITTEE

dr inż. **Michał Sójka**, Dean of the Faculty of Mechanical Engineering of Cuiavian University in Wloclawek;

dr inż. **Mirosław Radwański**, Faculty of Mechanical Engineering of Cuiavian University in Wloclawek.

Each author is responsible for content and formation of his/her materials.
The reference is mandatory in case of republishing or citation.

CONTENTS

INFORMATICS AND CYBERNETICS

Improvement of pre-flight information service in the conditions of implementation of European concepts Artemenko O. V., Cherednychenko N. G.	8
Ергономічне забезпечення діалогової людино-машинної взаємодії в модульних системах електронного навчання Барченко Н. Л., Пасько Н. Б.	12
Концепції вдосконалювання комп'ютеризованих інформаційних систем і технологій підготовки фахівців Веселовська Г. В., Соколов А. Є., Ястребова О. І., Яценко Д. В., Звєрькова А. Ю.	15
Decentralized management of wireless mobile network's resources Humeniuk I. V., Smetanin K. V., Okhrimchuk V. V.	18
Управление термоэлектрическими охладителями в системе обеспечения тепловых режимов аппаратуры Журавлев Ю. И.	22
Аналіз існуючих підходів до моделювання бойових дій Зварич А. О., Зварич С. С.	26
Оптимізація інтерактивної системи Киричек Г. Г., Фалькевич В. Г.	30
Оптимізація автоматичного збору внутрішньоігрових предметів Киричек Г. Г., Хомічук В. Р.	32
Forecasting of the recognition properties of images in photography of a remote object Moldovan V. D., Rudenko M. M., Semibalamut K. M., Slonov M. Yu.	34
Application of computer vision methods for underwater objects recognition Orlenko S. P.	38
Загальна схема алгоритму усунення помилок розпізнання в логічних деревах класифікації Повхан І. Ф.	42
Адаптивна система рекомендацій музичних творів Рубан С. О.	45
Способи підвищення надійності системи «розумний будинок» на платформі Arduino Nano Федько А. О., Зеленьова І. Я., Тягунова М. Ю., Тіменко А. В., Бугаєв О. О.	49

Перспективний метод вимірювання вмісту вологи сухих і рідинних речовин діелектричної природи Заболотний О. В.	93
The application of encoding and compression techniques of two-dimensional signals to video images with measurement information Podchashinskiy Yu. O., Voronova T. S.	97
Рухливе автоматичне керування процесом ректифікації з рухливим контролем Цейкус А. Р.	101

MECHANIC ENGINEERING

Використання золотникового пристрою для керування клапанів системи газообміну чотиритактного двигуна внутрішнього згорання Андрєєв А. А., Авдюнін Р. Ю., Хоменко В. С., Андрієвський В. В.	104
Обґрунтування конструкції насінневого сошника просапної сівалки Артеменко Д. Ю., Мартиненко С. А.	107
Спіральні свердла з переривчастими різальними кромками Бесарабець Ю. Й., Євтуєва Л. І.	110
Обґрунтування екологічно безпечної технології очищення поверхонь деталей природними глинистими матеріалами з використанням відходів Бовсуновський Є. О.	114
Development of vibration control system for stationary rotor turbines Bondar O. V., Kravtsova D. Yu.	117
Дослідження зв'язку властивостей оброблюваних матеріалів з характеристиками коливального руху при фрезеруванні Дяля С. І., Козлова О. Б., Цаприка Є. О., Крестянчик Ю. О.	119
Використання безступінчастої гідрооб'ємно-механічної трансмісії, що працює за схемою з диференціалом на виході, на автомобілях для ремонту нафтогазових свердловин Островерх О. О.	123
Підвищення експлуатаційних властивостей трактора з безступінчастою трансмісією на перехідних режимах роботи Целипенко Є. С.	126
Удосконалення кінематичної схеми рухомого засобу шляхом вбудови в трансмісію та колісний рушій динамічного накопичувача енергії Петров Л. М., Борисенко Т. М.	130
Обґрунтування конструкції робочого органу для розкидання мінеральних добрив Пилипака С. Ф., Воліна Г. М., Малевська О. В., Захарова І. О., Рибенко І. О.	134

Дослідження актуальних аспектів предметної галузі інноваційних комп'ютерних інформаційних технологій Ходаков В. Є., Круглий Д. Г., Кругла Н. А., Веселовська Г. В., Соколова О. В.....	53
Simulation of double-diffusivity processes with cascade decay of admixture particles Chernukha O. Yu., Bilushchak Yu. I.....	56

ELECTRONICS, RADIO ENGINEERING AND COMMUNICATIONS

Analysis of leading country standards for metrological supply of armament and military equipment Arkushenko P. L.	62
Стратегічні аспекти боротьби з робототехнічними комплексами Дупелич С. О., Бовсуновський В. Ю.....	65
Цифрове вимірювання рівня гарячої води на мікропроцесорній платформі Arduino Колтунов К. Д., Пілінський В. В.	69
Problems of electronic implants power supply Mospan D. V., Mospan V. O., Fomovskaya O. V., Fomovskii F. V., Fomovskyi V. F.	72
Аналіз завдань і методів оцінки та вибору альтернатив рішень Налапко О. Л., Сова О. Я., Шишацький А. В.	75
Розробка математичних моделей індуктивних котушок для різних видів осердь Розорінов Г. М., Пількевич Ю. Г.....	78
Визначення формалізованої моделі опису модифікованих електрофізичних властивостей твердотілого плазмового середовища для забезпечення екранування електромагнітного випромінювання Сотніков О. М., Ясечко М. М., Максюта Д. В., Овчаренко О. Ю., Шарапа І. А.....	83
Концепція розвитку системи радіозв'язку спеціального призначення Шабанова-Кушнарєнко Л. В., Сова О. Я., Журавський Ю. В., Животовський Р. М., Шишацький А. В.	87

AUTOMATION AND COMPUTER TECHNOLOGY

Програмно-апаратний спосіб прискорення процесу класифікації текстових документів Голуб Т. В., Зеленьова І. Я., Грушко С. С., Павлішин М. А., Котенко А. О.....	90
---	----

Визначення зусилля для штовхання гнучкої стрічки вгору по поверхні горизонтального циліндра Пилипака С. Ф., Воліна Т. М., Кресан Т. А., Захаров М. М., Ребрій А. М.	136
Research of quality of a current conductive surface of aluminum waveguides at polishing with various methods Tryshyn P. R., Honchar N. V., Semeryuk T. N., Tereshchenko K. A.	140
Техніко-економічний аналіз та дослідження існуючих способів очищення шламів, вилучених із мастильно-охолоджуючих рідин Часов Д. П., Вернигора В. Д., Молчанов В. Ф., Коляда Б. І.	144
The adequacy of mathematical modeling in powder products manufacturing processes Shtefan E. V., Mihaylov A. O., Litvinenko A. A., Kadomskiy S. V., Pashchenko B. S.	147
TRANSPORT	
Багатоцільові судна та застосування цивільних суден у допоміжному флоті: історія, сучасність, майбутнє Довіденко Ю. М., Мазур О. М., Волянська Я. Б., Онищенко О. А.	150
The model of container feeder line organization, focused on the nature and parameters of external container flows Drozhzhyn O. L., Shcherbyna O. V., Chernikov P. S., Tykhonina I. I.	154
Разработка энергетически эффективных по стоимости методов вождения поездов в условиях развития рынка электрической энергии Иванов А. П., Скалозуб В. В.	156
Статистичний аналіз експериментальних даних при виконанні транспортної роботи трактором з цистерною Кожушко А. П.	158
A statistical estimation of sample size and factors to affect the trip choice in the urban passenger transportation systems Kopytkov D. M., Lobashov O. O., Samchuk G. O.	163
The cost-based approach for estimation the vessel's voyage efficiency Koskina Yu. O.	167
Supply chain reliability improvement using the services of freight customs complexes Luzhanska N. O., Lebid I. H., Kravchenya I. N., Demchenko Ye. B., Shchelkunov A. V.	169
Розробка заходів зменшення впливу транспорту на навколишнє середовище регіону Незгода Л. М.	172

Аналіз питомих показників роботи ґрунтообробних МГА Оляднічук Р. В., Третяк В. М., Войтік А. В., Головатюк А. А.....	175
Перспективи та особливості застосування механізма Баландіна в двигунах внутрішнього та зовнішнього згорання Цырогов В. В.	179
Порівняння мереж вузлів зовнішнього транспорту значних міст на основі теорії графів Цвєторак Г. В., Булишин Н. А., Козак М. М., Жила М. П.....	181
Fatigue cracks propagation prediction in elements of structural units made of composite materials Smirnov Yu. I., Rugain O. V.....	185
Вдосконалення технології розподілення вагонів з використанням інформаційних систем Стрелко О. Г., Бердниченко Ю. А., Грушевська Т. М., Соловйова Л. М.....	187
Аналіз конструкцій кермових керувань чотиривісних транспортних засобів Черненко С. М., Клімов Е. С., Черниш А. А., Харьков О. А.....	190
Науково-технічні аспекти застосування CAD/CAE-систем в контексті продовження ресурсу основних деталей двигунів літаків-винищувачів Шульгін А. А.....	195

SIMULATION OF DOUBLE-DIFFUSIVITY PROCESSES WITH CASCADE DECAY OF ADMIXTURE PARTICLES

Chernukha O. Yu.

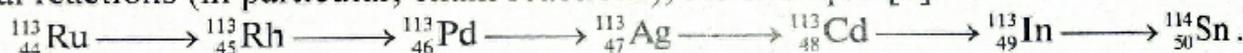
*Doctor of Technical Sciences, Professor
Leading Scientific Researcher*

Centre of Mathematical Modelling of Y. S. Pidstryhach IAPMM of the NASU

Bilushchak Yu. I.

*Candidate of Technical Sciences, Major Scientific Researcher,
Department of mathematical modelling of nonequilibrium processes
Centre of Mathematical Modelling of Y. S. Pidstryhach IAPMM of the NASU
Lviv, Ukraine*

An important feature of the processes of double-diffusivity of technogenic substances is their natural decay (degradation), which occur with the same intensity in each of physically different states. In some cases, the substance generated in the process of decay is already less toxic and its redistribution is not of interest for further study. At the same time the generated substance can decay and generate new substance which migrates in two ways, is sorbed-desorbed and decay. Such a process is called cascade decay and can occur as a result of radioactive decay or chemical reactions (in particular, chain reactions), for example [1]:



In the work simulation of double-diffusivity processes of admixture particles under their cascade decay is investigated, the initial-boundary value heterodiffusion problems by cascade kind, when the problem solutions at one stage are sources on the next, are formulated. The solutions of the problems are found and on this basis software is designed.

Object of inquiry

Let decaying particles of one chemical kind migrate in a body with two migration ways and mass exchange between states [2-5]. Moreover, the substances that formed as a result of decay can also decay. We accept that the body K^* (discrete set of material particles) is a multicomponent solid solution. We assume interacting discrete sets of material particles $K_j^{*(0)}$ that form the base of the body ($j = 0$) and admixture particles in two dedicated states ($j = 1; 2$) as thermodynamical components of the system. When the substance $K_j^{*(0)}$ in the state $j = 1; 2$ decays, the particles of other substances $K_j^{*(1)}$ and $K_j^{*(N)}$ are formed, and the particles $K_j^{*(N)}$ do not decay yet (fig. 1). In turn, the particles of admixture $K_j^{*(1)}$ decay and generate the particles of substance $K_j^{*(2)}$ and non-decaying (harmless) substances, which be attributed to $K_j^{*(N)}$, and so on, while we obtain only non-decaying admixture substances in the $(N - 1)$ -th step.

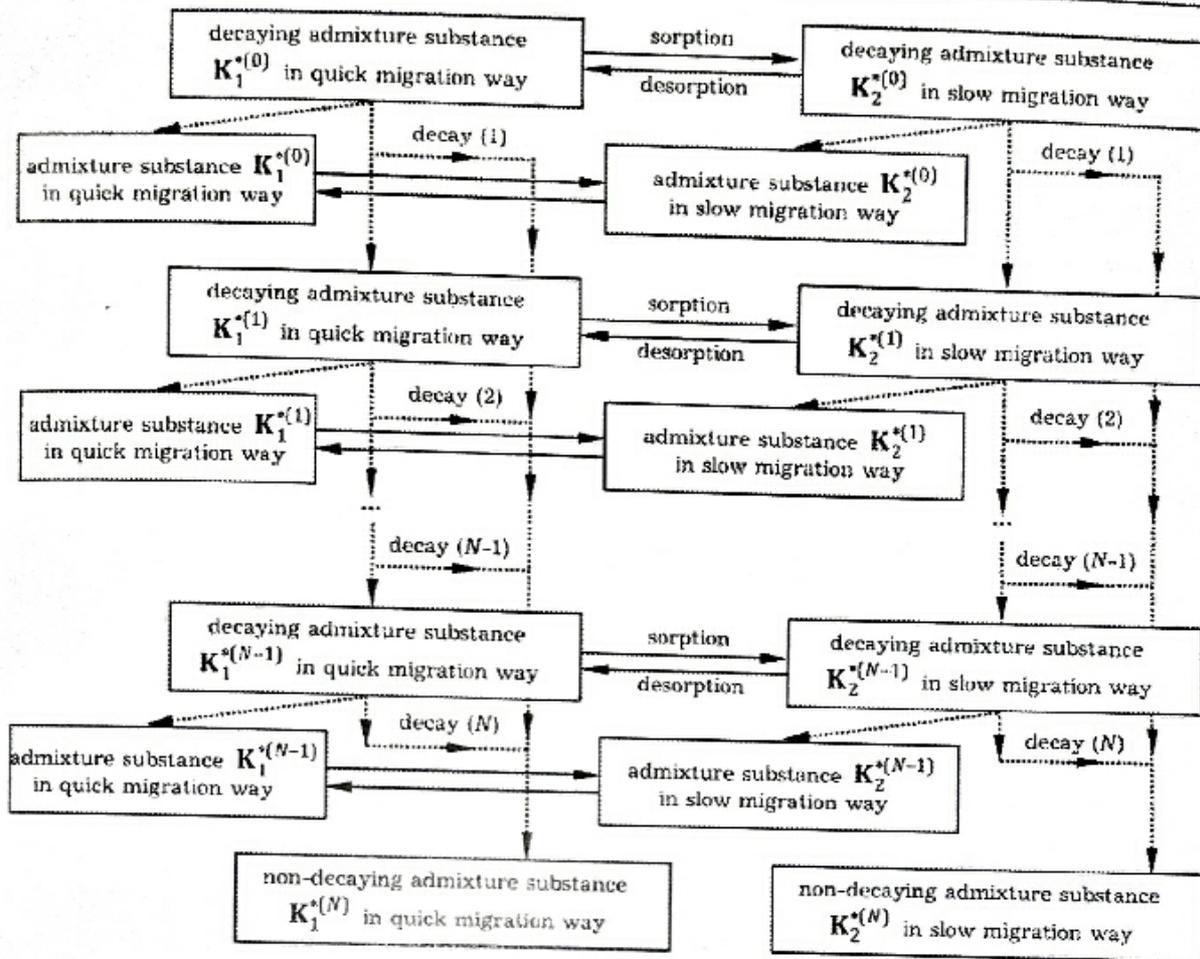


Fig. 1. Scheme of cascade decay of admixture components of the thermodynamic system and sorption-desorption processes

We juxtapose the continuums $K_j^{(i)}$ ($i = \overline{0, N}, j = \overline{0, 2}$) to each component of the body (subsets of particles $K_0^{*(0)}$ that forms the skeleton and to the particles of decaying substance in different states $K_j^{*(i)}$ as well as the particles that formed as a result of decay $K_j^{*(i)}$ ($j = \overline{1, 2}, i = \overline{1, N}$)).

As reference relations of the model we assume the balance equations for masses of each component of the system [5, 6].

Initial-boundary value problems for double-diffusivity processes of cascade kind

For one-dimensional in spatial coordinate case in the natural dimensionless form double-diffusivity processes under cascade decay of migration particles is described by the following sets of partial differential equations at different stages of cascade decay [5, 6]:

for $i = 0$

$$\frac{\partial c_1^{(0)}}{\partial \tau} = \frac{\partial^2 c_1^{(0)}}{\partial \xi^2} + d_1^{(0)} \frac{\partial^2 c_2^{(0)}}{\partial \xi^2} - a_{11}^{(0)} c_1^{(0)} + a_{12}^{(0)} c_2^{(0)},$$

$$\frac{\partial c_2^{(0)}}{\partial \tau} = d_2^{(0)} \frac{\partial^2 c_1^{(0)}}{\partial \xi^2} + d^{(0)} \frac{\partial^2 c_2^{(0)}}{\partial \xi^2} + a_{21}^{(0)} c_1^{(0)} - a_{22}^{(0)} c_2^{(0)};$$

for $i = \overline{1, N-1}$

$$\frac{\partial c_1^{(i)}}{\partial \tau} = d_0^{(i)} \frac{\partial^2 c_1^{(i)}}{\partial \xi^2} + d_1^{(i)} \frac{\partial^2 c_2^{(i)}}{\partial \xi^2} - a_{11}^{(i)} c_1^{(i)} + a_{12}^{(i)} c_2^{(i)} + a_{\lambda,1}^{(i-1)} c_1^{(i-1)},$$

$$\frac{\partial c_2^{(i)}}{\partial \tau} = d_2^{(i)} \frac{\partial^2 c_1^{(i)}}{\partial \xi^2} + d^{(i)} \frac{\partial^2 c_2^{(i)}}{\partial \xi^2} + a_{21}^{(i)} c_1^{(i)} - a_{22}^{(i)} c_2^{(i)} + a_{\lambda,2}^{(i-1)} c_2^{(i-1)};$$

for $i = N$

$$\frac{\partial c_1^{(N)}}{\partial \tau} = d_0^{(N)} \frac{\partial^2 c_1^{(N)}}{\partial \xi^2} + d_1^{(N)} \frac{\partial^2 c_2^{(N)}}{\partial \xi^2} - a_{11}^{(N)} c_1^{(N)} + a_{12}^{(N)} c_2^{(N)} + \sum_{i=0}^{N-1} a_{\lambda,1}^{(iN)} c_1^{(i)},$$

$$\frac{\partial c_2^{(N)}}{\partial \tau} = d_2^{(N)} \frac{\partial^2 c_1^{(N)}}{\partial \xi^2} + d^{(N)} \frac{\partial^2 c_2^{(N)}}{\partial \xi^2} + a_{21}^{(N)} c_1^{(N)} - a_{22}^{(N)} c_2^{(N)} + \sum_{i=0}^{N-1} a_{\lambda,2}^{(iN)} c_2^{(i)},$$

where $d_0^{(i)}$, $d^{(i)}$ are the reduced coefficients of diffusion of substance $K_j^{(i)}$ ($i = \overline{0, N}$) at i -th step of decay in states $j = 1$ and 2 , $d_1^{(i)}$, $d_2^{(i)}$ are the reduced crossed coefficients of diffusion [7*]; $a_{11}^{(i)} = (k_1^{(i)} + \tilde{\lambda}_1^{(i+1)} + \lambda_1^{(iN)})/k_2^{(0)}$, $a_{22}^{(i)} = (k_2^{(i)} + k_3^{(i)} + \tilde{\lambda}_2^{(i+1)} + \lambda_2^{(iN)})/k_2^{(0)}$, $a_{12}^{(i)} = k_2^{(i)}/k_2^{(0)}$, $a_{21}^{(i)} = k_1^{(i)}/k_2^{(0)}$; $a_{ij}^{(i-1)} = \lambda_j^{(i-1)}/k_2^{(0)}$ is the coefficient of intensity of decay of $K_j^{(i-1)}$ ($i = \overline{1, N}$, $j = 1; 2$), $a_{\lambda,1}^{(iN)}$ is the coefficient determining part of non-decaying substance that has been generated through decay at the i -th step $K_j^{(i)}$ ($i = \overline{0, N-1}$, $j = 1; 2$); $k_1^{(i)}$, $k_2^{(i)}$ are the coefficients of intensity of the processes of transitions between states; $\lambda_j^{(i-1)}$, $\tilde{\lambda}_j^{(i+1)}$, $\lambda_j^{(iN)}$ are the constants determining the decay process.

In sets of heterodiffusion equations we have used the dimensionless variables $\tau = k_2^{(0)} t$; $\xi = (k_2^{(0)}/D_{11}^{(0)})^{1/2} x$, where t is time, x is the spatial coordinate; $k_2^{(0)}$ is the coefficient of intensity of transitions of particles of $K^{(0)}$ from the second state into the first one at zero stage of decay; $D_{11}^{(0)}$ is the coefficient of diffusion of substance $K_1^{(0)}$ in quick migration way $j = 1$. Further consider $d_0^{(i)} < d_1^{(i)}$, $i = \overline{1, N}$, $d_0^{(0)} = 1$.

Assume that at the initial moment admixtures were absent in the body, namely

$$c_1^{(i)}(\xi, \tau)|_{\tau=0} = c_2^{(i)}(\xi, \tau)|_{\tau=0} = 0, \quad i = \overline{0, N}$$

for $\tau > 0$ on the body surface $\xi = 0$ it is kept the constant value of total concentration c_0 of substance $K^{(0)}$, which is distributed among different migration ways for $i = 0$ as follows

$$c_1^{(0)}(\xi, \tau)|_{\xi=0} = \alpha c_0, \quad c_2^{(0)}(\xi, \tau)|_{\xi=0} = (1 - \alpha) c_0,$$

where α ($0 \leq \alpha \leq 1$) is the parameter determining the part of admixture that came from the body surface into the quick way.

For $i = 1, \dots, N$ we assume zero boundary condition at the top layer surface:

$$c_1^{(i)}(\xi, \tau)|_{\xi=0} = 0, \quad c_2^{(i)}(\xi, \tau)|_{\xi=0} = 0, \quad i = \overline{1, N}.$$

We assume that the particles concentrations at all stages of decay equal zero at "bottom" boundary of the body, i.e.

$$c_1^{(i)}(\xi, \tau)|_{\xi=\xi_0} = c_2^{(i)}(\xi, \tau)|_{\xi=\xi_0} = 0, \quad i = \overline{0, N}.$$

At zero stage of decay the solutions of heterodiffusion equations with initial and boundary conditions are found using integral transformation.

For the other stages of cascade decay $i = \overline{1, N-1}$ solutions of the initial-boundary value problems are presented per corresponding Green functions, considering admixture decay at the previous stage of cascade as mass source at the step i :

$$c_j^{(i)}(\xi, \tau) = a_{ij}^{(i-1)} \int_0^{\xi_0} \int_0^{\tau} G_j^{(i)}(\xi, \xi'; \tau, \tau') c_j^{(i-1)}(\xi', \tau') d\xi' d\tau', \quad j = \overline{1, 2}.$$

Here $G_j^{(i)}(\tau, \tau'; \xi, \xi')$ are Green functions of the corresponding problems for $i = \overline{1, N-1}$.

For the case of $i = N$ (non-decaying admixture) the solutions of problems for process of double-diffusivity is also presented in terms of Green functions by analogue of the formula for $i = \overline{1, N-1}$, namely

$$c_j^{(N)}(\xi, \tau) = \int_0^{\xi_0} \int_0^{\tau} G_j^{(N)}(\xi, \xi'; \tau, \tau') \sum_{i=0}^{N-1} a_{ij}^{(iN)} c_j^{(i)}(\xi', \tau') d\xi' d\tau', \quad j = 1, 2,$$

where $G_j^{(N)}(\xi, \xi'; \tau, \tau')$ ($j = 1, 2$) are corresponding Green functions.

Consequently determination of concentrations at each stage $i = 0, \dots, N-1$ with account expressions for Green functions we find concentrations of non-decaying particles under cascade decay of admixtures.

The analytical form of the obtained concentrations allows us to find expressions for the mass fluxes of decaying substances at different stages of cascade decay through the surface $\xi = \xi_0$, where $0 \leq \xi_0 \leq \xi_0$.

Architecture of program complex for heterodiffusion model

On the basis of the obtained formulae for admixture concentrations and corresponding formulae for mass fluxes as well as quantities of decaying and non-decaying admixture components that passed through the bottom layer surface, software has been designed for simulation of mass transfer processes in a body with two migration way that been accompanied sorption-desorption processes and cas-

cade decay of admixtures particles. Architecture of the program complex for simulating mass transfer processes under cascade decay of particles for the model of double diffusivity processes is presented in Fig. 2.

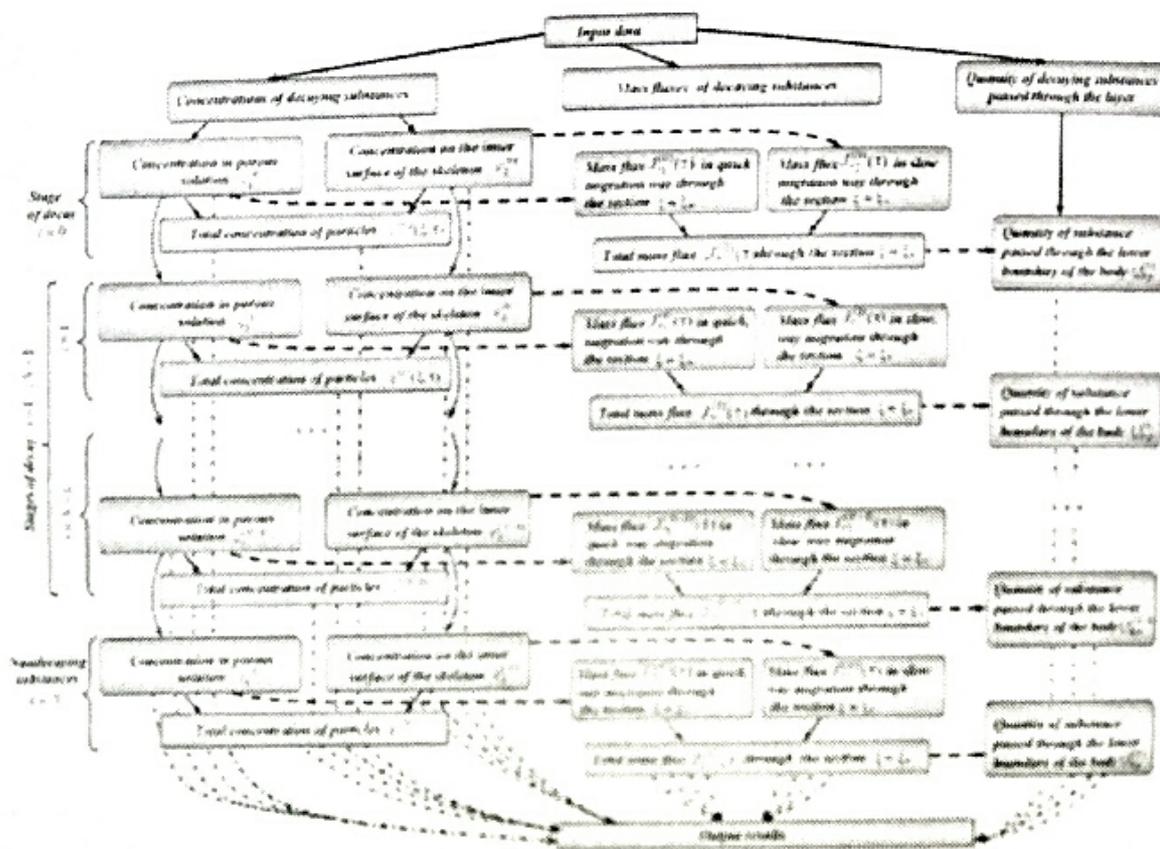


Fig. 2. Architecture of program complex for the model of heterodiffusion in two ways under cascade decay of particles

Note that program modules for fluxes and quantities substances consist of one by one cyclic process, and at each stage the modules interact with the module for concentrations at the previous stage. At the same time the module for calculation of the admixture concentrations contains two cyclic processes.

References:

1. V.M. Kolobashkin, P.M. Rubtsov, P.A. Ruzhansky and V.D. Sidorenko Radiation Characteristics of the Irradiated Fuel. Reference book, Moscow, Energoatomizdat Publishers, 1983, 384 p.
2. Ya.I. Burak, B.P. Galapats and Ye.Ya. Chaplya, Deformation of electrically conducting solids taking into consideration heterodiffusion of charged impurity particles, J. Materials Science, 1981, Vol. 16, no.5, pp. 395-400,
3. E.C. Aifantis, J.M. Hill On the theory of diffusion in media with double diffusivity. 1. Basic mathematical results, J. Mech. appl. Math., 1980, vol. 33, no.1, pp. 1-21,

4. Y.Y. Burak, Y.Y. Chaplya and O. Y. Chernukha, Continual-thermodynamical models of solid solution mechanics, Kyiv, Naukova Dumka Publishers, 2006, 272 p.

5. Chaplya Y., Chernukha O., Bilushchak Y. Mathematical modeling and simulation of processes of heterodiffusion with cascade decay of particles / Proceedings of Int. Sc. Conference "Information technologies and computer modelling", 2018, Ivano-Frankivsk, pp. 274-283.

6. Chaplya Y., Chernukha O., Bilushchak Y. Mathematical modelling the heterodiffusion processes under particles decay. – Lviv: Rastr-7, 2018. – 238 p.