

ISSN 1991-346X

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ АКАДЕМИЯСЫНЫҢ

Х А Б А Р Л А Р Ы

ИЗВЕСТИЯ

НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

**ФИЗИКА-МАТЕМАТИКА
СЕРИЯСЫ**



СЕРИЯ

ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКАЯ



**PHYSICO-MATHEMATICAL
SERIES**

6 (304)

**ҚАРАША – ЖЕЛТОҚСАН 2015 ж.
НОЯБРЬ – ДЕКАБРЬ 2015 г.
NOVEMBER – DECEMBER 2015**

1963 ЖЫЛДЫҢ ҚАҢТАР АЙЫНАН ШЫҒА БАСТАҒАН
ИЗДАЕТСЯ С ЯНВАРЯ 1963 ГОДА
PUBLISHED SINCE JANUARY 1963

ЖЫЛЫНА 6 РЕТ ШЫҒАДЫ
ВЫХОДИТ 6 РАЗ В ГОД
PUBLISHED 6 TIMES A YEAR

АЛМАТЫ, ҚР ҰҒА
АЛМАТЫ, НАН РК
ALMATY, NAS RK

Б а с р е д а к т о р

ҚР ҰҒА академигі,

Мұтанов Г. М.

Р е д а к ц и я а л қ а с ы:

физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Әшімов А.А.**; техн. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Байгүнчеков Ж.Ж.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Жұмаділдаев А.С.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Қалменов Т.Ш.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Мұқашев Б.Н.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Өтелбаев М.О.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Тәкібаев Н.Ж.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Харин С.Н.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Әбішев М.Е.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Жантаев Ж.Ш.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Қалимолдаев М.Н.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Косов В.Н.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Мұсабаев Т.А.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Ойнаров Р.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Рамазанов Т.С.** (бас редактордың орынбасары); физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Темірбеков Н.М.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Өмірбаев У.У.**

Р е д а к ц и я к е ñ е с і:

Украинаның ҰҒА академигі **И.Н. Вишневский** (Украина); Украинаның ҰҒА академигі **А.М. Ковалев** (Украина); Беларусь Республикасының ҰҒА академигі **А.А. Михалевич** (Беларусь); Әзірбайжан ҰҒА академигі **А. Пашаев** (Әзірбайжан); Молдова Республикасының ҰҒА академигі **И. Тигиняну** (Молдова); мед. ғ. докторы, проф. **Иозеф Банас** (Польша)

Главный редактор

академик НАН РК

Г. М. Мутанов

Редакционная коллегия:

доктор физ.-мат. наук, проф., академик НАН РК **А.А. Ашимов**; доктор техн. наук, проф., академик НАН РК **Ж.Ж. Байгунчеков**; доктор физ.-мат. наук, проф., академик НАН РК **А.С. Джумадильдаев**; доктор физ.-мат. наук, проф., академик НАН РК **Т.Ш. Кальменов**; доктор физ.-мат. наук, проф., академик НАН РК **Б.Н. Мукашев**; доктор физ.-мат. наук, проф., академик НАН РК **М.О. Отелбаев**; доктор физ.-мат. наук, проф., академик НАН РК **Н.Ж. Такибаев**; доктор физ.-мат. наук, проф., академик НАН РК **С.Н. Харин**; доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **М.Е. Абишев**; доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Ж.Ш. Жантаев**; доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **М.Н. Калимолдаев**; доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **В.Н. Косов**; доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Т.А. Мусабаев**; доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Р. Ойнаров**; доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Т.С. Рамазанов** (заместитель главного редактора); доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Н.М. Темирбеков**; доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **У.У. Умирбаев**

Редакционный совет:

академик НАН Украины **И.Н. Вишневский** (Украина); академик НАН Украины **А.М. Ковалев** (Украина); академик НАН Республики Беларусь **А.А. Михалевич** (Беларусь); академик НАН Азербайджанской Республики **А. Пашаев** (Азербайджан); академик НАН Республики Молдова **И. Тигиняну** (Молдова); д. мед. н., проф. **Иозеф Банас** (Польша)

«Известия НАН РК. Серия физико-математическая». ISSN 1991-346X

Собственник: РОО «Национальная академия наук Республики Казахстан» (г. Алматы)

Свидетельство о постановке на учет периодического печатного издания в Комитете информации и архивов Министерства культуры и информации Республики Казахстан №5543-Ж, выданное 01.06.2006 г.

Периодичность: 6 раз в год.

Тираж: 300 экземпляров.

Адрес редакции: 050010, г. Алматы, ул. Шевченко, 28, ком. 219, 220, тел.: 272-13-19, 272-13-18,

www.nauka-nanrk.kz / physics-mathematics.kz

© Национальная академия наук Республики Казахстан, 2015

Адрес типографии: ИП «Аруна», г. Алматы, ул. Муратбаева, 75.

Editor in chief

G. M. Mutanov,
academician of NAS RK

Editorial board:

A.A. Ashimov, dr. phys-math. sc., prof., academician of NAS RK; **Zh.Zh. Baigunchekov**, dr. eng. sc., prof., academician of NAS RK; **A.S. Dzhumadildayev**, dr. phys-math. sc., prof., academician of NAS RK; **T.S. Kalmenov**, dr. phys-math. sc., prof., academician of NAS RK; **B.N. Mukhashev**, dr. phys-math. sc., prof., academician of NAS RK; **M.O. Otelbayev**, dr. phys-math. sc., prof., academician of NAS RK; **N.Zh. Takibayev**, dr. phys-math. sc., prof., academician of NAS RK; **S.N. Kharin**, dr. phys-math. sc., prof., academician of NAS RK; **M.Ye. Abishev**, dr. phys-math. sc., prof., corr. member of NAS RK; **Zh.Sh. Zhantayev**, dr. phys-math. sc., prof., corr. member of NAS RK; **M.N. Kalimoldayev**, dr. phys-math. sc., prof., corr. member of NAS RK; **V.N. Kosov**, dr. phys-math. sc., prof., corr. member of NAS RK; **T.A. Mussabayev**, dr. phys-math. sc., prof., corr. member of NAS RK; **R. Oinarov**, dr. phys-math. sc., prof., corr. member of NAS RK; **T.S. Ramazanov**, dr. phys-math. sc., prof., corr. member of NAS RK (deputy editor); **N.M. Temirbekov**, dr. phys-math. sc., prof., corr. member of NAS RK; **U.U. Umirbayev**, dr. phys-math. sc., prof., corr. member of NAS RK

Editorial staff:

I.N. Vishnievski, NAS Ukraine academician (Ukraine); **A.M. Kovalev**, NAS Ukraine academician (Ukraine); **A.A. Mikhalevich**, NAS Belarus academician (Belarus); **A. Pashayev**, NAS Azerbaijan academician (Azerbaijan); **I. Tighineanu**, NAS Moldova academician (Moldova); **Joseph Banas**, prof. (Poland).

News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Physical-mathematical series.
ISSN 1991-346X

Owner: RPA "National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan" (Almaty)

The certificate of registration of a periodic printed publication in the Committee of information and archives of the Ministry of culture and information of the Republic of Kazakhstan N 5543-Ж, issued 01.06.2006

Periodicity: 6 times a year

Circulation: 300 copies

Editorial address: 28, Shevchenko str., of. 219, 220, Almaty, 050010, tel. 272-13-19, 272-13-18,

www.nauka-nanrk.kz / physics-mathematics.kz

© National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, 2015

Address of printing house: ST "Aruna", 75, Muratbayev str, Almaty

Наземно-космические методы исследования геодинамических процессов в земной коре

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

PHYSICO-MATHEMATICAL SERIES

ISSN 1991-346X

Volume 6, Number 304 (2015), 5 – 11

NONDESTRUCTIVE METHOD OF RESEARCH ON THE KAPCHAGAI HYDRAULIC STRUCTURE

A. Bibossinov, D. T. Shigaev, A. V. Kirsanov

Institute of the Ionosphere, National Center for Space Research and Technology, Almaty, Kazakhstan.

E-mail: dashigaev@gmail.com

Key words: ionosphere, GPR waterworks, GPR.

Abstract. Using the modern geophysical technology with the latest developments of hardware, appropriate methodologies and software, as well as the involvement of drilling data allows to obtain a reliable solution of tasks at hand. The most frequently to solutions of issues that arise in the construction and subsequent operation, the following methods use: georadar, near-surface electromagnetics and near-surface seismic. Together or separately, they provide reliable solutions to geotechnical problems.

This article shows the results of one of the non-destructive methods of investigation, such as GPR soundings. Using the GPR technique in combination with the available data about the structure of the soil enabled non-destructive methods of control from the surface to obtain specific information about the isolated structure and layer boundaries, set the distribution of the different materials in the construction.

Purpose of the survey the technical condition of hydraulic structures is to identify the degree of physical deterioration, the reasons that lead them to state the actual elements of performance and development of actions to ensure their operational parameters, as well as the technical condition. The research site is the Kapchagai hydraulic structure.

You can also say that the information obtained can quickly detect, track and measure potentially dangerous manifestation in concrete and earthen constructions of structures, and to undertake the necessary measures to eliminate possible accidents and emergencies.

УДК 550.383

НЕРАЗРУШАЮЩИЙ МЕТОД ИССЛЕДОВАНИЯ КАПЧАГАЙСКОГО ГИДРОТЕХНИЧЕСКОГО СООРУЖЕНИЯ

А. Ж. Бибосинов, Д. Т. Шигаев, А. В. Кирсанов

ДТОО «Институт ионосферы» АО «Национальный центр космических исследований и технологий»,
Алматы, Казахстан

Ключевые слова: ионосфера, гидротехнические сооружения, георадар.

Аннотация. Использование современных геофизических технологий с учетом новейших аппаратных разработок, соответствующих методик и программного обеспечения, а также привлечение данных бурения позволяет получать надежное решение поставленных задач. Наиболее часто для решения вопросов, возникающих в строительстве и дальнейшей эксплуатации, используются следующие методы: георадиолокация,

малоглубинная электроразведка и малоглубинная сейсморазведка. В комплексе или по отдельности они дают надежные решения инженерно-геологических задач.

В статье показаны результаты одного из способов неразрушающих методов исследования, такого как, георадиолокационное зондирование. Использование георадарного метода в сочетании с имеющимися данными о структуре грунтов позволило неразрушающими методами контроля с поверхности получить специализированную информацию по изолированным структурам и границам слоев, установить распределение различных материалов в сооружении.

Целью обследования технического состояния гидротехнических сооружений являются выявление степени физического износа, причин, обуславливающих их состояние, фактической работоспособности элементов и разработка мероприятий по обеспечению их эксплуатационных параметров, а также описание технического состояния. Участком исследования является Капчагайское гидротехническое сооружение.

Полученная информация позволяет оперативно обнаружить, отследить и измерить потенциально опасные проявления в бетонных и земляных конструкциях сооружений, а также провести необходимые мероприятия по ликвидации возможных аварий и чрезвычайных ситуаций.

Введение. Исследование состояния грунтов, залегающих в основании гидротехнических сооружений, в том числе динамики изменения свойств грунтов в процессе многолетней эксплуатации, представляет собой актуальную и весьма важную задачу [1]. Изменение реологических свойств грунтов, подстилающих основание плотины, может привести к возникновению осадок строительных конструкций. Когда такие изменения, в силу различных причин, не были учтены проектными решениями, возникает опасность нерасчетных перемещений, в том числе взаимных смещений элементов плотины. И если величины таких перемещений выходят за предельно допустимые значения установленных критериев безопасности, состояние элементов плотины и всего гидроузла в целом может стать аварийным [2].

Изменение свойств грунтов в процессе строительства и эксплуатации гидроузла обусловлено самим наличием конструкций гидроузла и режимами его эксплуатации [3]. При строительстве гидроузла естественно залегающие грунты сначала вскрываются при проведении грунтовых работ, затем нагружаются весом конструкций [4]. При создании водохранилищ в бьефах гидроузла нарушается естественный гидрогеологический режим грунтов: изменяются фильтрационные потоки грунтовых вод и положение кривых депрессии [5, 6]. При эксплуатации в режиме наполнения и опорожнения камеры шлюза на грунты действует переменная нагрузка, также влияющая на их свойства. Медленное изменение реологических свойств грунта, вызванное указанными причинами, может со временем, достигнув предельных значений, привести к качественному изменению режимов работы гидротехнического сооружения [7].

Именно поэтому важно иметь постоянную информацию о состоянии грунтов основания гидроузла и об изменениях свойств грунтов в процессе эксплуатации [8]. При перемещении (сканировании) георадара по поверхности исследуемой среды на экран монитора выводится совокупность сигналов (профиль), по которым можно определить местонахождение, глубину залегания и протяженность объектов [9].

Георадарное обследование, как и большинство других геофизических методов, не дает количественных характеристик [10]. Однако такое обследование однозначно определяет расположение грунтов с различной плотностью [11]. Получаемое изображение соответствует амплитуде отраженного радиосигнала от границ изменения диэлектрической постоянной грунта [12, 13]. Помимо этого, подобное исследование дает возможность определить наличие в грунте фильтрационной влаги [14-16]. Наиболее оптимальным методом получения объективной качественной и количественной информации о состоянии грунтов является сочетание достаточно оперативных методов георадарного зондирования и точечного бурения с лабораторным исследованием образцов [17, 18].

Методы и результаты исследования

Гидротехнические сооружения Капчагайской ГЭС расположены на реке Или в начале Капчагайского ущелья в Алматинской области (рисунок 1). ГЭС построена по плотинному типу, в состав гидротехнических сооружений входят:



Рисунок 1 – Космический снимок гидротехнических сооружений Капчагайской ГЭС

- русловая плотина, намытая из золовых песков, длиной по гребню 470 м, высотой 50 м и шириной по основанию плотины 450 м;
- логовая плотина из щебнистых и песчано-супесчаных грунтов длиной по гребню 370 м, высотой 56 м и шириной по основанию 270 м.

Русловая плотина. Русловая плотина – намывная, имеет высоту 52 м, длину 470 м (рисунок 2). Ширина плотины по гребню 21 м, по основанию 450 м. Отметка гребня плотины 491,0 м. Основанием плотины являются, преимущественно, аллювиальные отложения мощностью от 5 до 20 м, представленные гравийно-галечниковыми и гравелистыми песками со средним коэффициентом фильтрации 35 м/сут, объемным весом скелета 1,80 г/см³.



Рисунок 2 – Русловая плотина с продольными и поперечными георадарными профилями.

В результате георадиолокационного зондирования русловой плотины Капчагайской ГЭС были проведены 6 продольных и поперечных профилей. Самым информативным и интересным, по мнению авторов, оказался продольный профиль № 0029 (рисунок 3).

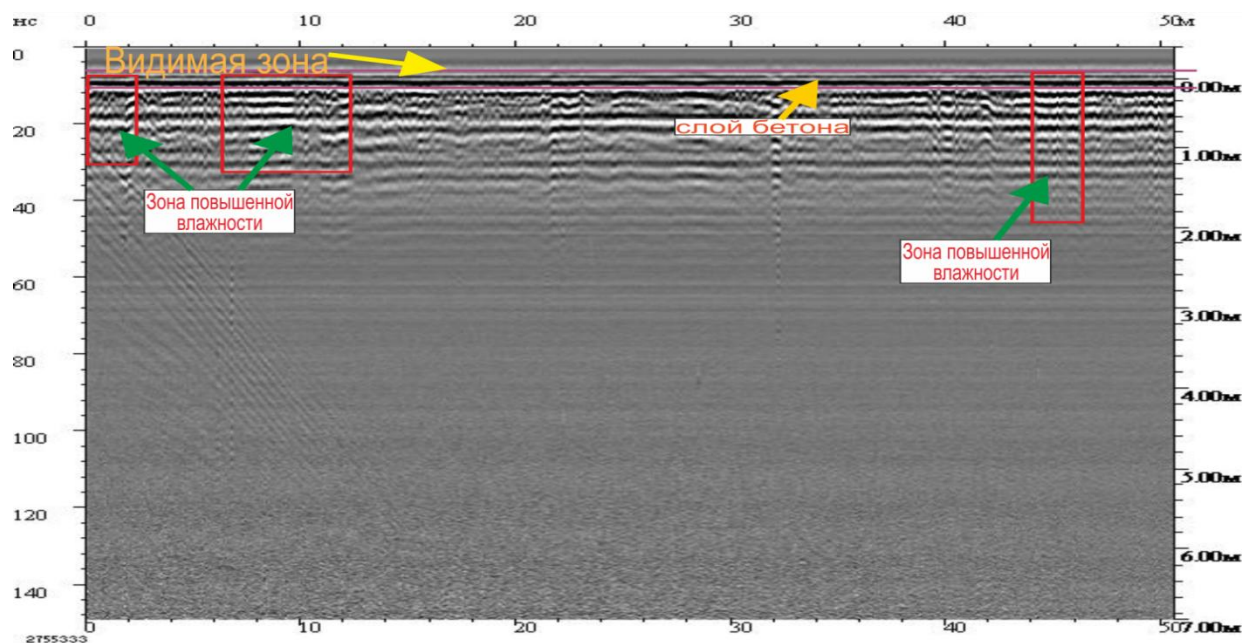


Рисунок 3 – Продольный профиль №0029

Основные результаты выполненной работы следующие.

В результате обработки и интерпретации георадарного профиля № 0029 была обнаружена зона разуплотнения и зоны повышенной влажности в теле плотины. На георадарном профиле четко проявляются геологические слои и границы разуплотнения в точках от 0 до 12 метров на глубине до 1 метра от уровня гребня плотины. Также зафиксирована зона особо повышенной влажности в теле плотины на отметке 42-45 метров с глубиной проницаемости до 2 метров, что может также привести к образованию аномальных зон в теле плотины. На георадарном профиле заметны бетонные плиты толщиной 20 см.

Логовая плотина. В отличие от русловой плотины, логовая плотина (рисунок 4) – насыпная, с отметкой гребня 491,0 м. Длина по гребню 370 м, высота от подошвы экрана 56 м, ширина по основанию 270 м, ширина по гребню 10 м.



Рисунок 4 – Логовая плотина

Основание логовой плотины сложено из пролювиально-делювиальных отложений, представленных дресвяно-щебнистыми и супесчано-песчаными отложениями со средним коэффициентом фильтрации 35 м/сут. С правой стороны плотина примыкает к скальному останцу, представленному кварцевыми порфирами.

В результате георадиолокационного зондирования русловой плотины Капчагайской ГЭС были проведены 8 продольных и поперечных профилей. Самым информативным и интересным, по мнению авторов, оказался продольный профиль № 0017 (рисунок 5).

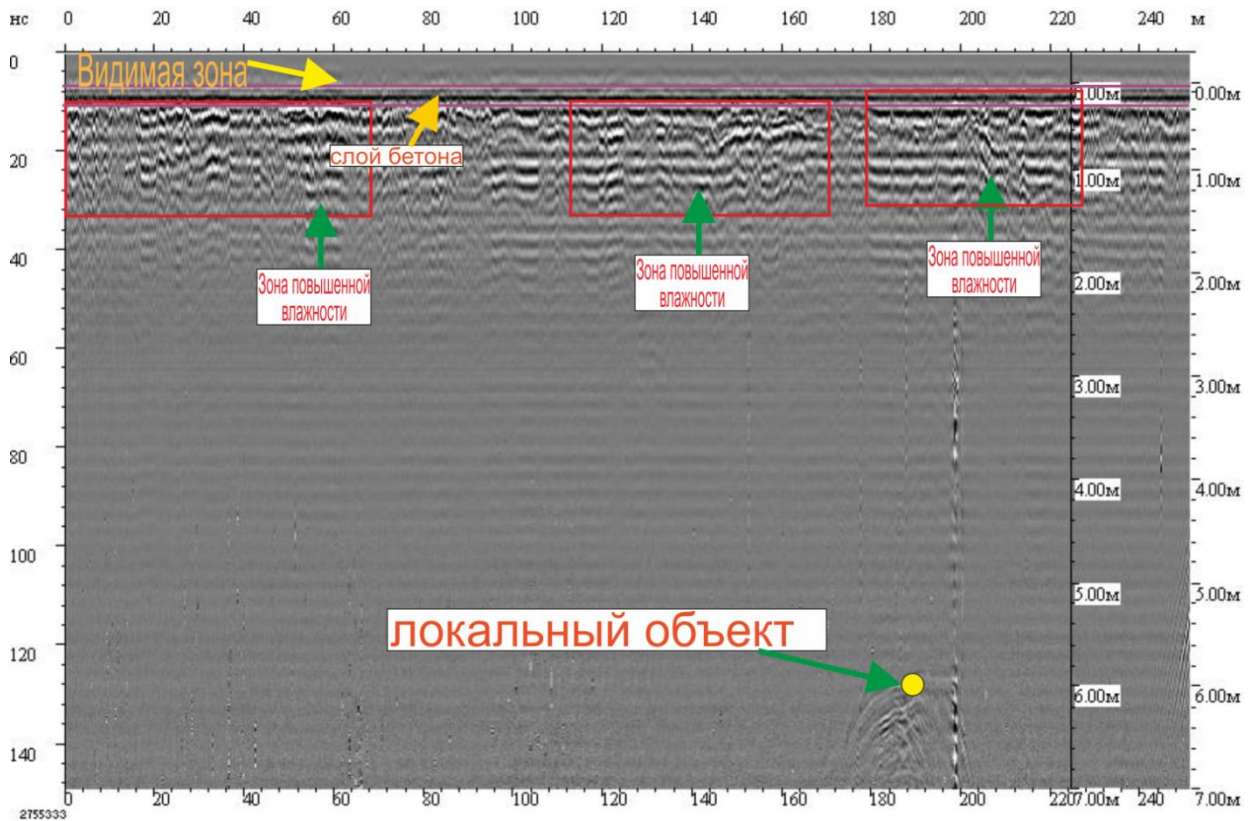


Рисунок 5 – Продольный профиль № 0017

Основные результаты выполненной работы следующие.

В результате обработки и интерпретации георадарного профиля №0017 была обнаружена зона разуплотнения и зоны повышенной влажности в теле плотины. На георадарном профиле четко проявляются геологические слои и границы разуплотнения в точках от 0 до 70 метров на глубине до 1,5 метра от уровня гребня плотины. Также зафиксирована зона особо повышенной влажности в теле плотины на отметке 110-170 и 180-225 метров с глубиной проницаемости до 2 метров, что может также привести к образованию аномальных зон в теле плотины. Зафиксирована граница зоны распределения, при котором в грунтах происходит перераспределение напряженного состояния, приводящее к развитию трещин разрыва в поперечном направлении относительно продольной оси дамбы. Понятие «зона разуплотнения» в данном случае означает, что грунт в этой зоне менее плотен, чем в окружающих слоях. Полости в основании отсутствуют. Они имеют характерный «радиообраз» - неоднократно повторяющийся сигнал из-за переотражения волн в полости, чего при выполнении работ не обнаружено. На георадарном профиле заметны бетонные плиты толщиной 20 см.

Выводы. Анализ георадарных профилей подтвердил возможность применения методов неразрушающего подповерхностного зондирования плотин с достаточной достоверностью получения данных и их количественной и качественной интерпретацией [19]. О динамике процесса деформирования массивов пород исследуемых участков можно судить по результатам мониторинга в течение нескольких лет [20].

Работа выполнена по РБП 076 «Разработать методы математического моделирования деформационных процессов верхней части разреза земной коры урбанизированных территорий на основе данных дистанционного зондирования Земли».

«Разработать методологию выполнения комплексных мониторинговых наблюдений для предупреждений техногенных и геоэкологических катастроф на гидротехнических сооружениях с использованием спутниковых данных и методов математического моделирования».

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Колосов М.А., Моргунов К.П., Коган Г.В. Использование георадарных методов исследования грунтов в основании камеры шлюза // Журнал университета водных коммуникаций. - 2009 - №4. - С. 29-33.
- [2] Саламов А.М., Габиров Ф.Г. Изучение оползневых процессов на Баилловском склоне в г. Баку методом вертикального электрического зондирования // Инженерные изыскания. - 2010 - №11. - С. 36-41.
- [3] Белозеров А.А., Кулижников А.М. Применение георадаров для обследования оползневых участков автомобильных дорог, Георадары-дороги // Материалы Межд. научн.-практ. конф., АГТУ, г. Архангельск, - 2002, - с. 67-73.
- [4] Бандурин М.А. Обследование состояния оросительных лотковых каналов азовской оросительной системы неразрушающими методами // Научный журнал КубГАУ, №24(8), - 2006 г.
- [5] Анур А., Старовойтов А.В., Владов М.Л. Опыт применения георадиолокации для выявления зон развития провалов в городе // Вестник МГУ, сер. Геология, - 1999.
- [6] Василенко Е.В., Глазовский А.Ф., Мачерет Ю.Я., Наварро Ф.Х., Токарев М.Ю., Калашников А.Ю., Мирошниченко Д.Е., Резников Д.Е. Радиофизические исследования ледника Альдегонда на Шпицбергене в 1999 году. Матер. гляциолог. исслед., вып. 90.
- [7] Владов М.Л., Старовойтов А.В. Георадиолокационные исследования верхней части разреза. - 2002, Изд-во МГУ.
- [8] Фимова Н.Н. Применение георадиолокации при решении задач инженерной геофизики. Автореферат дисс. канд. техн. наук, - 1999, Санкт-Петербург.
- [9] Зыков Ю.Д. Геофизические методы исследования криолитозоны. - 1999, Изд-во МГУ.
- [10] Калинин А.В., Владов М.Л., Старовойтов А.В., Шалаева Н.В. Высокоразрешающие волновые методы в современной геофизике. Разведка и охрана недр, - 2002, №1.
- [11] Калинин А.В., Владов М.Л., Шалаева Н.В. Оценка глубинности георадиолокационных исследований на основе классической теории // Вестник МГУ, сер. Геология, №3.
- [12] Омеляненко А.В. Георадиолокация мерзлых рыхлых отложений. Автореферат дисс. канд. техн. наук, М., - 1989.
- [13] Старовойтов А.В., Владов М.Л. Интерпретация данных георадиолокационных наблюдений. Разведка и охрана недр, - 2001, №3.
- [14] Финкельштейн М.И., Мендельсон В.А., Кутев В.А. Радиолокация слоистых земных покровов. Москва, Сов.Радио, - 1977.
- [15] Финкельштейн М.И., Кутев В.А., Золотарев В.П. Применение радиолокационного подповерхностного зондирования в инженерной геологии. Москва, Недра, - 1986.
- [16] Финкельштейн М.И., Карпунин В.И., Кутев В.А., Метелкин В.Н. Подповерхностная радиолокация. Москва, Радио и Связь, - 1994.
- [17] Фролов А.Д. Электрические и упругие свойства мерзлых пород и льдов. - 1998.
- [18] Guckelhorn M.M., Dorrer T., Frohlich K. [et al.] Einsatzmöglichkeiten ingenieurgeophysikalischer Methoden zum Feststellen der Verdichtungen bei Erd-und Felsarbeiten im Strassenbau // Forschung Strassenbau und Strassenverkehrstechnik. - 2000. - № 792. - P. 1-37.
- [19] Кулижников А. М. Применение георадарных технологий в проектно-изыскательских работах / А. М. Кулижников. М., - 2004. - 76 с.
- [20] Кулижников А. М. Экспериментальные исследования состояния дорожных конструкций в период весенней распутицы на федеральных дорогах Московской области // Новости в дорожном деле. М., - 2008. - Вып. 5. - С. 1-24.

REFERENCES

- [1] Kolosov M.A., Morgounov K.P., Kogan G.V., Use GPR soil testing methods in fundamental of lock chamber, Journal of University of Water Communications. - 2009 - № 4. - P. 29-33. (in Russ.).
- [2] Salamov AM, Gabibov F.G. The study of landslide processes Bail slope in Baku by vertical electrical sounding. A.M. Salamov, F.G. Gabibov, Surveying. - 2010 - № 11. - P. 36-41. (in Russ.).
- [3] Beloserov A.A., Kulizhnikov A.M. Application of ground penetrating radar survey for landslide road sections, GPR-road - 2002. Proceedings of Int. scient. conf., ASTU, Arkhangelsk, - 2002, - P. 67-73. (in Russ.).
- [4] Bandurin M.A. Survey of irrigation channels launder of Azov irrigation system by non-destructive methods. KubGAU scientific journal, № 24 (8), 2006, P. 17-20. (in Russ.).
- [5] Anhur A., Starovoytov A.V., Vlad M.L., Experience of using GPR to detect failures of development zones in the city. Bulletin of the Moscow State University, ser. Geology, - 1999, - P. 18-22. (in Russ.).
- [6] Vasilenko E.V., Glazov A.F., Macheret Y.Y., Navarro F.H., Tokarev M.Y., Kalashnikov A.Y., Miroshnichenko D.E., Reznikov D.E., Radiophysical study of Aldegonda glacier on Spitsbergen in 1999. Mater. glaciologist. Issled., - vol. 90. , - P. 37-40. (in Russ.).

- [7] Vladov M.L., Starovoytov A.V. GPR study of the upper section. - 2002 MGU., - P. 67-71. (in Russ.).
- [8] Fimova N.N. Application of GPR in solving engineering geophysics. Abstract of diss. cand.engin., - 1999, St. Petersburg., - P. 17-20. (in Russ.).
- [9] Zykov Y.D. Geophysical methods of research permafrost zone. - 1999 MGU. , - P. 90-95. (in Russ.).
- [10] Kalinin A.V., Vlad M.L., Starovoytov A.V., Shalaeva N.V., High-resolution wave techniques in modern geophysics. Exploration and conservation of mineral resources, - 2002, - №1., - P. 88-93. (in Russ.).
- [11] Kalinin A.V., Vlad M.L., Shalaev N.V. Evaluation GPR depth research on the basis of the classical theory. Bulletin of the Moscow State University, ser. Geology, - №3. , - P. 56-60. (in Russ.).
- [12] Omelyanenko A.V. GPR frozen unconsolidated sediments. Abstract of, M., - 1989, - P. 17-20. (in Russ.).
- [13] Starovoytov A.V., Vlad M.L. Interpretation of GPR observation. Exploration and conservation of mineral resources, - 2001, - vol. №3, - P. 66-70. (in Russ.).
- [14] Finkelstein M., Mendelssohn V.A., Kutev V.A. Radar layered earth covers. Moscow, Sov.Radio - 1977, - P. 44-49. (in Russ.).
- [15] Finkelstein M., Kutev V.A., Zolotarev V.P. The use of radar subsurface probing in engineering geology. Moscow, Nedra, - 1986. - P. 17-20. (in Russ.).
- [16] M. Finkelstein, Karpuhin V.I., Kutev V.A., Metelkin V.N. Subsurface radar. Moscow, Radio and Communications, - 1994. - P. 146-150. (in Russ.).
- [17] Frolov A.D. The electrical and elastic properties of frozen rocks and Idov. -1998. - P. 117-120. (in Russ.).
- [18] Guckelhorn M.M., Dorrer T., Frohlich K., et al. Einsatzmöglichkeiten ingenieurgeophysikalischer Methoden zum Feststellen der Verdichtungen bei Erd-und Felsarbeiten im Strassenbau // Forschung Strassenbau und Strassenverkehrstechnik. - 2000. - № 792. - P. 1-37.
- [19] Kulizhnikov A.M. Application of GPR technology in the design and survey work. M., - 2004. - P 76.
- [20] Kulizhnikov A.M. Experimental studies of the state of road construction period spring thaw on federal roads Moscow Region // News published in a traffic case. Moscow, - 2008. - Vol. 5. - P. 1-24.

ҚАПШАГАЙ ГИДРОТЕХНИКАЛЫҚ ҒИМАРАТЫ БҰЗБАЙТЫН ТӘСІЛІМЕН ЗЕРТТЕУ

А. Ж. Бибосинов, Д. Т. Шигаев, А. Б. Кирсанов

ЕЖШС «Ионосфера институты»

акционерлік қоғамы «Ғарыштық зерттеулер мен технологиялар ұлттық орталығы», Алматы, Қазақстан

Тірек сөздер: ионосфера, гидротехникалық ғимараттар, георадар.

Аннотация. Қазіргі заманда қойған геофизикалық талаптарды шешуке әкелетін заманауи аппаратты қолданыстар, талабына сәйкес келетін әдістемелер, бағдарламалық қамтамасыздыру мен бұрғылау малеметтеріді кодану болып табылады. Гидротехникалық ғимараттарды салу кезінде және қолданыста болған кезінде жиі кездесетін сұрақтарға жауап беретін әдістердің бірі олар: георадиолокация, аз тереңдікті электрозерттеу мен аз тереңдікті сейсмозерттеу болып табылады. Инженерлі-геологиялық тапсырмаларды шешу үшін комплекті түрде немесе бөлек қолдану сенімді шешімдер береді.

Мақалада бұзбайтын тәсілдің бірі георадиолокациялық зондтау нәтижелер көрсетілген. Әдістің бірінде георадарды пайдалану және қабаттардың шектеріне топырақ құрылым туралы дерек жинаумен қатар, бет мамандандырылған ақпаратты алу оңаша құрылымдарға дейін бүлдірмей тексеру, әр түрлі материалдарды құрылымда үлестіруді орнату болып табылады.

Жасалған жұмыстың зерттеу мақсаты гидротехникалық құрылыстарын техникалық жағдайын, олардың жұмыс параметрлерін, сондай-ақ техникалық жағдайын қамтамасыз ету үшін іс-шаралардың орындалуын және оларды дамытудың өзекті элементтерін әкелуі себептері, бөгеттің нашарлау дәрежесін анықтау болып табылады. Қапшагай гидротехникалық ғимараты зерттеу аумағы болып табылады.

Ақпарат дәл осылай алынған табылып, іздеп табуға шапшаң рұқсат беруге айтуға болады және әлеуетті қауіпті көрініс бетон астындағы мәліметтер және құрылымдардың топырақ құрылымдары, сонымен бірге төтенше жағдайлар алдын алу шараларын өткізу мүмкіндігін бере алады.

Поступила 03.11.2015 г.

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

PHYSICO-MATHEMATICAL SERIES

ISSN 1991-346X

Volume 6, Number 304 (2015), 12 – 16

**METHOD OF THERMAL FIELD DATA PROCESSING
FOR INVESTIGATION OF GEOLOGICAL FEATURES
ON NORTH TIAN-SHAN'S EXAMPLE**

E. B. Serikbayeva

Institute of the Ionosphere, National Center for Space Research and Technology, Almaty, Kazakhstan.

E-mail: Elya_sb@inbox.ru

Key words: remote sensing, tectonic activity, fault, geology.

Abstract. In this article we are presenting the elements of technology dedicated for investigation of zones with high thermal background on North Tian-Shan's territory using MODIS radiometer (Terra spacecraft)

As the world experience and the results of the versatility of remote sensing data, the scale of the review, the possibility of global and local information on natural and man-made objects and control dynamics of the processes in real time, allows to successfully use them for a wide range of applications. This paper presents the detection of zones with high thermal background and expressed in the visible spectral anomalies near and mid-infrared.

УДК 551.2

**МЕТОДИКА ОБРАБОТКИ ДАННЫХ ТЕПЛООВОГО ПОЛЯ
ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ
НА ПРИМЕРЕ СЕВЕРНОГО ТЯНЬ-ШАНЯ**

Э. Б. Серикбаева

ДТОО «Институт ионосферы» АО «Национальный центр космических исследований
и технологий», Алматы, Казахстан

Ключевые слова: дистанционное зондирование, тектоническая активность, разлом, геология.

Аннотация. В статье представлены элементы технологии выявления зон с повышенным тепловым фоном территории Северного Тянь-Шаня по данным радиометра MODIS (космический аппарат Terra).

Как показывает мировой опыт и результаты работ универсальность данных ДЗЗ, масштабность обзора, возможность получения глобальной и локальной информации о природных и техногенных объектах и контроля динамики процессов в реальном масштабе времени, позволяет успешно их использовать для решения широкого спектра задач. В настоящей работе представлены выявления зон с повышенным тепловым фоном и выражены спектральными аномалиями в видимом ближнем и среднем инфракрасном диапазоне.

Введение. Для определения параметров связи геологических и геофизических параметров геодинамической активности с полем теплового излучения по данным ДЗЗ сначала необходимо обработать исходный тепловой снимок, таким образом, чтобы очистить его от влияния поверхностных эффектов. На рисунке 1 приведен исходный тепловой снимок радиометра MODIS для Северного Тянь-Шаня. Тепловой режим недр определяется многими факторами: величиной теплового потока, направленного из глубинных частей Земли к поверхности; теплофизическими свойствами горных пород, обуславливающими их теплопроводность и теплоемкость; глубинами залегания и временем консолидации пород фундамента; различными физическими и химическими

процессами, происходящими в осадочном чехле на различных стадиях литогенеза с выделением и поглощением энергии; наличием рифтовых систем; вариациями климата в позднечетвертичное время и т.д. На рисунке 1 тепловой снимок охватывает значительную территорию. Снимок летний, поэтому на подавляющей части снимка зафиксированы положительные температуры, показанные теплыми тонами. Менее теплые тона отражают охлажденные участки гор Джунгарии и Северного Тянь-Шаня, покрытые ледниками.

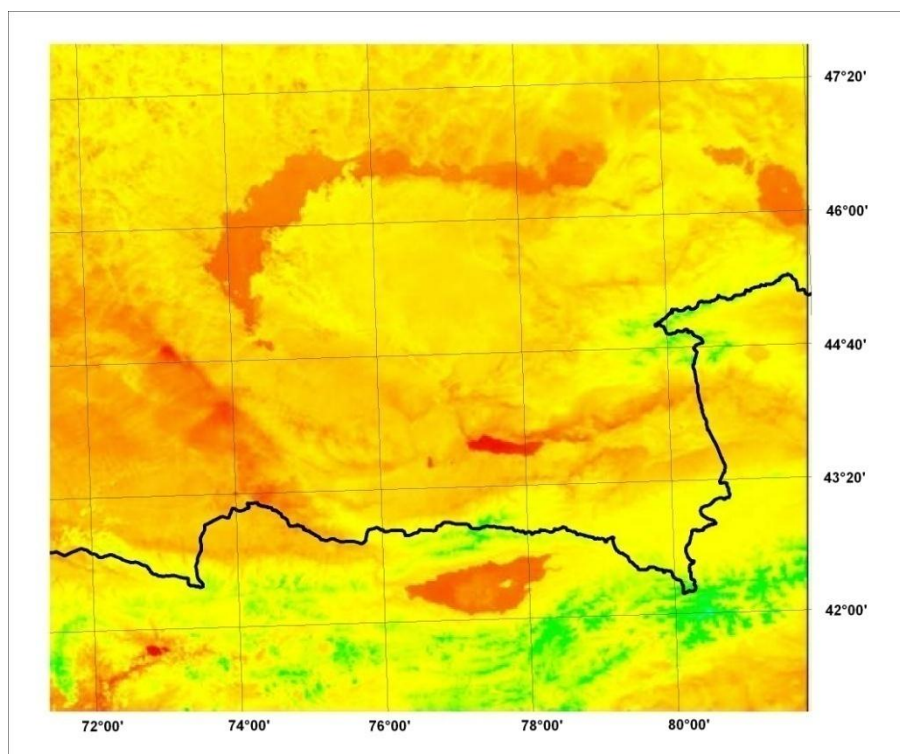


Рисунок 1 – Исходный тепловой снимок Северного Тянь-Шаня Данные радиометра MODIS 31 канал (тепловой)

Любое аномальное поле представляет собой суперпозицию аномалий различных порядков. В зависимости от их размеров выделяют материковые, региональные (площадь тыс. и десятки тыс. км²) и локальные (до тыс. км²) аномалии [1]. При изучении локальных аномалий, имеющих наибольшее значение для разведочной геофизики, за нормальное поле принимается сумма нормального поля Земли и материковых и региональных аномалий. Основная задача при изучении аномального поля состоит в обнаружении и выделении тепловых аномалий, связанных с изучаемыми объектами, и в разделении аномального поля на составляющие различной природы. При этом применяются методы математической фильтрации, основанные на использовании моделей источников полей, аналитических свойств полей и особенностей морфологии и структуры поля.

Предварительная обработка космоснимка заключалась в устранении одиночных высокочастотных помех и введением поправки на высокие значения водных объектов. На всех этапах применяется цветовое кодирование. Рассмотрим процедуры исключения регионального поля простейшими средствами. В качестве фонового значения приняты минимальные значения производной функции от распределений. Результат расчета характеризует, в основном, региональную составляющую теплового поля.

Локальные аномалии рассчитываются как разность наблюдаемого и фонового значения поля. Распределение тепловых аномалий выражено в условных относительных значениях. После выделения отдельных аномалий и разделения поля на составляющие различной природы осуществляется физико-геологическая интерпретация тепловых аномалий. Она включает установление геологической природы аномалий.

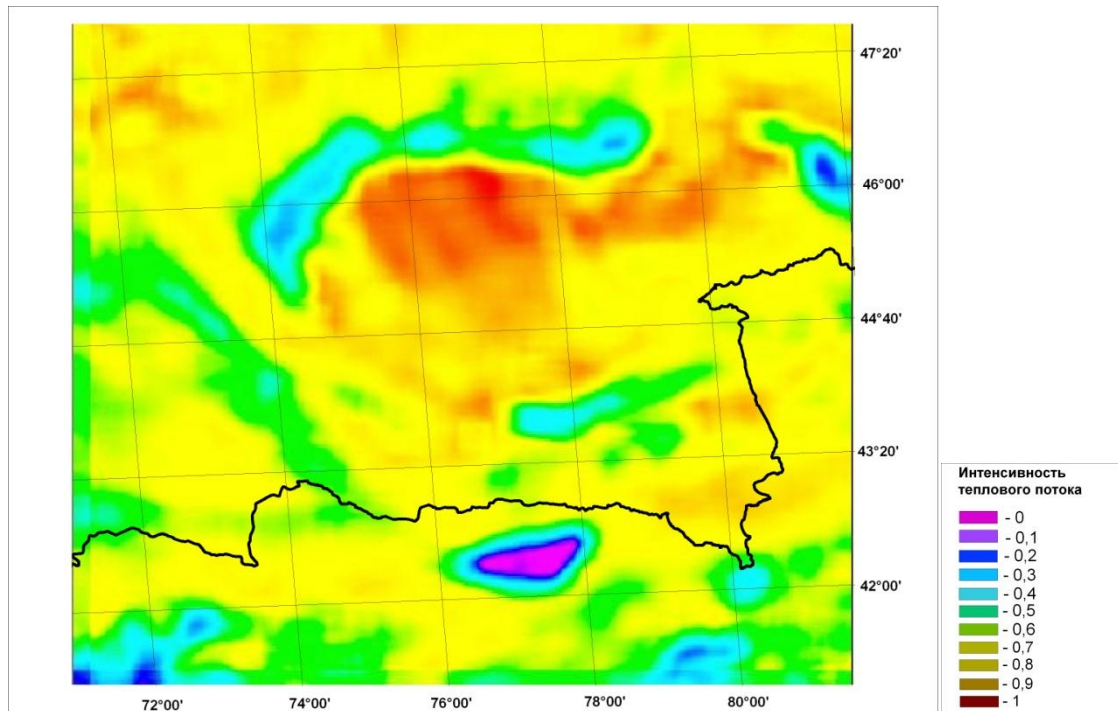


Рисунок 2 – Фоновые значения теплового поля Северного Тянь-Шаня

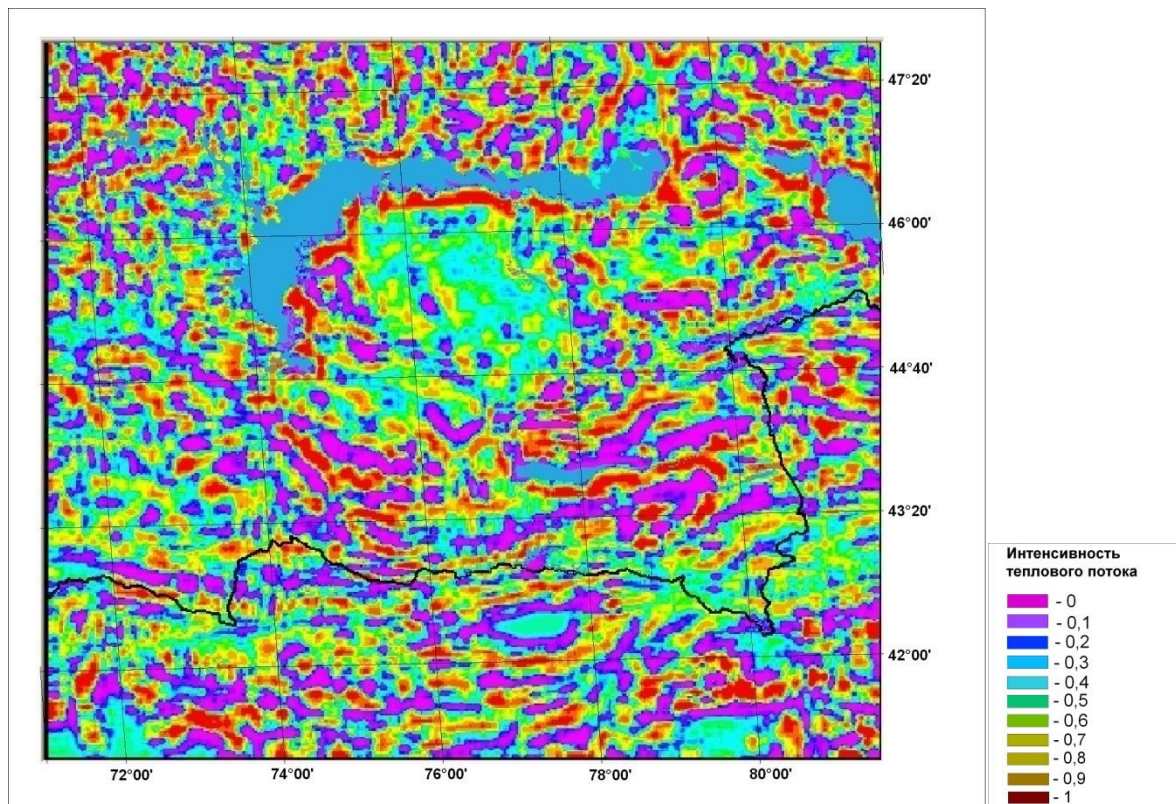


Рисунок 3 – Локальные аномалии теплового поля Северного Тянь-Шаня

После выделения отдельных аномалий и разделения поля на составляющие различной природы осуществляется физико-геологическая интерпретация тепловых аномалий, которая включает установление геологической природы аномалий (напр., тепловая аномалия), связанные с месторождениями полезных ископаемых, - рудные, нефтяные и др. [2].

Структурные – характеризующие геологические структуры, тектонические нарушения, контакты пород; глубинные - определяемые строением земной коры и Земли в целом природа тепловых аномалий наиболее надёжно определяется при комплексных геофизических исследованиях. Тектоническая активность может характеризоваться усилением процессов вертикального теплопереноса по разломам и разрывным нарушениям, что приводит к возникновению линейно вытянутых положительных аномалий температур поверхности или к последовательному чередованию положительных и отрицательных температурных аномалий вдоль разлома.

Контуры залежи четко выделяется аномалией температуры. Выделяется также повышение температуры, обусловленное структурным фактором (участки с температурными кривыми на рисунке 1).

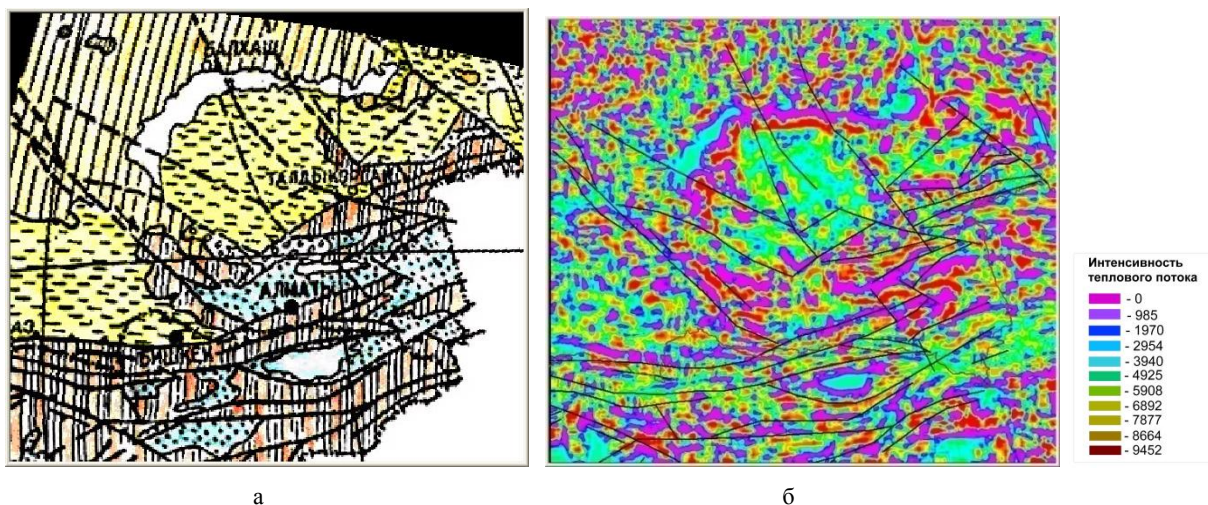


Рисунок 4 – а – Неотектоническое районирование Казахстана (В.И. Шацлов, А.В. Тимуш);
б – Аномальное тепловое поле Северного Тянь-Шаня с наложенной сеткой основных тектонических нарушений региона

Сразу отметим совпадение большей части разломов широтного направления с вытянутыми аномалиями повышенного теплового поля. Для разломов других направлений такое совпадение можно наблюдать только на западном участке снимка. Такое совпадение вытянутых зон аномального теплового поля и тектонических нарушений можно трактовать как отображение в аномальном тепловом поле активных в настоящее время разломов. Это становится наиболее очевидным, если рассматривать разломы других направлений, которые были активны в прошлые геологические эпохи, что и находит подтверждение на рисунке 4-б. Также необходимо отметить еще один результат, вытекающий из анализа этого совмещенного рисунка. Активные разломы трассируются в аномальном тепловом поле не на всем протяжении, демонстрируя отдельные его участки, не проявленные в аномальном тепловом поле. Этот факт также может свидетельствовать о степени активности разломов на момент съемки, позволяя делать градацию разломов по степени их активности.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Андреев Б.А., Клушин И.Г., Геологическое истолкование гравитационных аномалий. – Л., 1965.
[2] Тархов А.Г., Бондаренко В.М., Никитин А.А., Принципы комплексирования в разведочной геофизике. – М., 1977.

REFERENCES

- [1] Andreev B.A., Klushin I.G. Geological interpretation of gravity anomalies, 1965. (in Russ.).
[2] Tarkhov A.G., Bondarenko V.M., Nikitin A.A. Principles of aggregation in exploration geophysics, 1977. (in Russ.).

**ГЕОЛОГИЯЛЫҚ ЕРЕКШЕЛІКТЕРДІ АНЫҚТАУДА
ЖЫЛУЛЫҚ ӨРІСТІҢ МӘЛІМЕТТЕРІН ӨНДЕУ ӘДІСІН
СОЛТҮСТІК ТЯНЬ-ШАНЬ МЫСАЛЫНДА КӨРСЕТУ**

Э. Б. Серикбаева

ЕЖШС «Ионосфера институты» АО «Ғарыштық зерттеулер мен технологиялар ұлттық орталығы»,
Алматы, Қазақстан

Тірек сөздер: ара-қашықтықта зондылау, тектоникалық белсенділік, жарылым, геология.

Аннотация. Мақалада Солтүстік MODIS (Тerra ғарыштық құралы) радиометрінің мәліметтері бойынша Солтүстік Тянь-Шань аймағының жылулық өрісінің жоғары белдемдерін технологиялық элементі көрсетілген.

Дүниежүзілік тәжірибе мен ара-қашықтықтан зондылау мәліметтерінің жан-жақты жұмысы көрсеткендей, табиғи және техногендік нысандар туралы мәліметтерді қазіргі уақыттағы масштабта бақылап мәліметтер алу, өте үлкен дәрежедегі тапсырмаларды шешуге және қолдануға мүмкіндік береді. Бұл жұмыста жоғарғы жылулық өрістегі белдемдердің ерекшеленуі мен көрінетін және ортаңғы инфрақызыл аралығында спектрлік аномалиялардың ерекшеленуі көрсетілген.

Поступила 03.11.2015 г.

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

PHYSICO-MATHEMATICAL SERIES

ISSN 1991-346X

Volume 6, Number 304 (2015), 16 – 21

**GEODYNAMIC ZONATION
OF NORTH TIEN-SHAN REGION LITHOSPHERE**

A. V. Vilyayev, D. M. Sultanova, E. M. Akbergenov

Institute of the Ionosphere, National Center for Space Research and Technology, Almaty, Kazakhstan.
E-mail: vilayev@gmail.com

Key words: geodynamic zoning, cluster analysis, North Tien Shan, geodynamics.

Abstract. Recent active development of geodynamics results the necessity of designing different geodynamic maps and models, as well as the developing of new data processing and lithospheric processes forecasting methods.

This paper presents a method of geodynamic zoning of Tien Shan region using cluster analysis. Statistical model of cluster zoning in the region was obtained, and interpretation of the results from the position of geodynamics was held.

УДК 550.34.01

**ГЕОДИНАМИЧЕСКОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ ЛИТОСФЕРЫ
СЕВЕРНОГО ТЯНЬ-ШАНЯ**

А. В. Виляев, Д. М. Султанова, Е. М. Акбергенов

ДТОО «Институт ионосферы» АО «Национальный центр космических исследований и технологий»,
Алматы, Казахстан

Ключевые слова: геодинамическое районирование, кластерный анализ, Северный Тянь-Шань, геодинамика.

Аннотация. Активное развитие геодинамики за последнее время приводит к необходимости составления различных геодинамических карт и моделей, а также к разработке новых методов обработки информации и прогнозирования литосферных процессов.

В работе представлена методика геодинамического районирования Тянь-Шанского региона с использованием кластерного анализа. Получена статистическая модель кластерной зональности региона и проведена интерпретация полученных результатов с позиции геодинамики.

Введение. Активное развитие геодинамических исследований за последнее время приводит к необходимости разработки новых методов обработки информации и прогнозирования литосферных процессов. На территории Северного Тянь-Шаня возможны землетрясения с магнитудой 8.0 и более. Такие сейсмические события, произошедшие здесь около ста лет назад, относятся к самым сильным в континентальной части Евразии за всю историю сейсмологических наблюдений [4]. Вероятность повторения подобных катастроф весьма высока в связи с продолжительным накоплением избыточных напряжений в земной коре. Этот фактор обуславливает создание и развитие метода геодинамического районирования с применением кластерного анализа исходных данных. Для осуществления такого анализа используется совокупность имеющихся геолого-физических данных.

Исходные данные. Исследования выполнены на территории Тянь-Шаньского региона в области ограниченной 42-46 градусами с.ш. и 75-80 градусами в.д. Исходные данные представлены в виде двумерной функции зависимости геофизических параметров от координат, а совокупность параметров – в виде вектора, построенного в пространстве использованных признаков, где каждая компонента соответствует определённому параметру. Таким образом, мерность вектора определяется количеством исходных параметров и может произвольно изменяться. Если для произвольной территории имеется набор карт (n), отражающих распределение a_n параметров, то мерность вектора равна n : $\vec{a} \equiv (a_1, a_2, \dots, a_n)$, а сам вектор является функцией двух переменных $\vec{a} = \vec{a}(x, y)$.

Для проведения математических преобразований параметры представлены в виде двумерной матрицы, каждое значение которой привязано к узлам двумерной сети шагом 0.01 градуса, соответственно значение исходного параметра $a = a(x, y)$; где x, y – географические координаты; $a_{ij} = a(x_i, y_i)$; где a_{ij} – значение в узле матрицы, имеющее координаты x_i, y_i .

Проведено предварительное нормирование данных и формализованное выделение наиболее информативных геолого-геофизических параметров и анализ их физической сущности. В работе использовались следующие параметрические данные:

– количество землетрясений на единицу площади (плотность) энергетического класса менее 8.5 за период наблюдений 1885-2015 гг. по данным каталога землетрясений Института Сейсмологии МОН РК;

– плотность землетрясений энергетического класса более 8.5 за тот же период наблюдений;

– выделившаяся сейсмическая энергия на единицу площади;

– амплитуды скоростей горизонтальных и вертикальных движений и их градиенты изменения по данным GPS-мониторинга на стационарных станциях ДТОО Институт Ионосферы;

– амплитуда и горизонтальный градиент полного вектора аномального магнитного поля;

– амплитуда и горизонтальный градиент внутрикоревой составляющей поля силы тяжести;

– глубина залегания и горизонтальный градиент изменения глубины залегания поверхности Мохоравичича;

– амплитуда и горизонтальный градиент современных вертикальных движений земной коры по данным наземного геодезического нивелирования;

– градиент перепада высот поверхности по данным цифровой модели рельефа;

– амплитуда и горизонтальный градиент глубинного теплового потока.

Методика исследований. Главное назначение кластерного анализа – разбиение множества исследуемых объектов и признаков на однородные поопределяемым параметрам группы, или кластеры. При этом выявляются устойчивые сочетания параметров, незаметных при визуальном анализе соответствующих карт. Кластер представляет из себя группу объектов (в нашем случае область литосферы), обладающую свойством плотности - компактного сосредоточения использованных данных для некоторой области. При этом считается, что плотность объектов, или

сходство свойств внутри кластера выше, чем вне его. Кластер может быть описан некоторым центром, дисперсией (эффективным радиусом) в пределах своих очертаний, имеющих форму гиперсферы, отделимостью от других кластеров [1].

В работе применена кластеризация по наиболее простому методу к-средних (k-means-clustering), реализованному в программной среде STATISTICA. Начальная совокупность точек в многомерном пространстве разделена на группы схожих между собой объектов по 14 используемым для классификации параметрам. Далее вычислялась матрица расстояний между каждой парой объектов и подбирался алгоритм разделения на N-ое число кластеров [2]. Нахождение N выполнено путем тестирования классификации от N=5 до N=8.

Получена модель статистической кластерной картины Северо-Тянь-Шаньского региона, состоящая из 7 устойчивых сочетаний использованных параметров. На рисунке 1 представлены кластерные профили центральных значений параметров в безразмерных стандартизованных координатах. В кластерных сочетаниях участвуют значения каждого из отобранных параметров, отражающие практически весь главный диапазон значений.

Дисперсионный анализ показал, что чем меньше значение внутригрупповой дисперсии и больше значение межгрупповой дисперсии, тем лучше признак характеризует принадлежность объектов к кластеру и тем «качественнее» кластеризация. Методом эксперимента было выбрано 5 значимых параметров из 14. Результат представлен на рисунке 1.

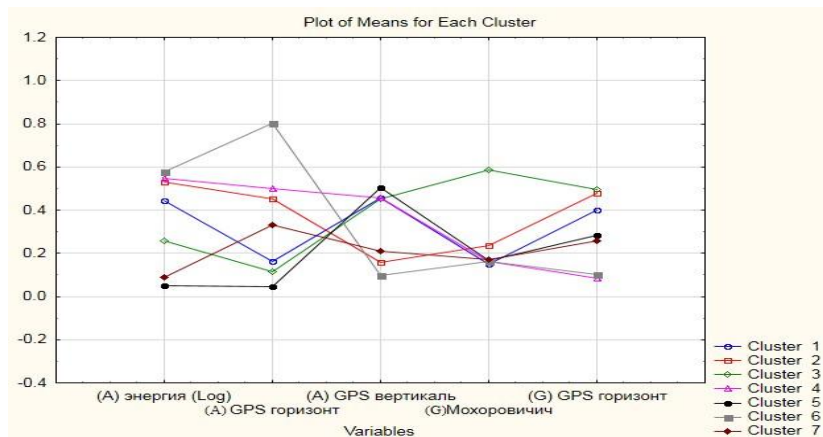


Рисунок 1 – Кластерные профили центральных значений для 5-ти параметров

Полученное распределение сочетаний параметров, выбранных для геодинамического анализа отобразено в виде карты. Каждой ячейке модельной сетки присваивается соответствующий номер кластера и эта ячейка закрашивается уникальным для данного номера цветом (рисунок 2).

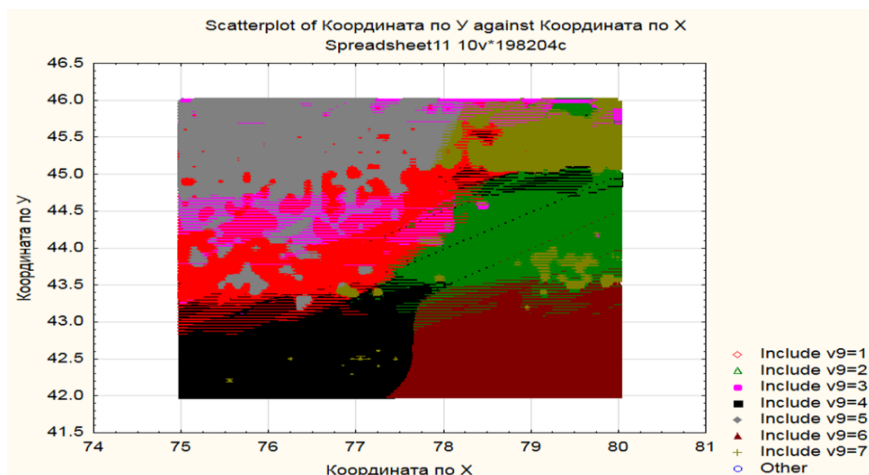


Рисунок 2 – Группы кластеров по главным структурным зонам

Обсуждение. Критерием достижения результата является наличие физического обоснования и геологической сущности для различных признаков каждого кластера. Статистической обработкой выделены пять наиболее информативных параметров из многомерной выборки для геодинимической кластеризации территории. Это - суммарная выделявшаяся энергия землетрясений, амплитуды современных движений поверхности по данным GPS-мониторинга, градиент изменения горизонтального вектора современных движений и градиент изменения рельефа поверхности Мохоровичича. Главные классификационные признаки каждой группы сведены в таблице. Значения даны для стандартизованной формы каждого параметра, состоящей в приведении их к виду с одинаковой размерностью с нулевым средним и единичным разбросом. Нормирование не производилось, что позволяет сравнивать значимость признака по кластерам.

Комбинация главных параметров для устойчивой кластеризации

Variable	CLUSTERS						
	1	2	3	4	5	6	7
(A) энергия (Log)	0.4440	0.5295	0.2585	0.5491	0.0500	0.5784	0.0871
(A) GPS горизонт	0.1642	0.4514	0.1154	0.5001	0.0473	0.8013	0.3297
(A) GPS вертикаль	0.4554	0.1595	0.4533	0.4544	0.5042	0.0994	0.2097
(G) Мохоровичич	0.1484	0.2375	0.5879	0.1603	0.1682	0.1606	0.1727
(G) GPS горизонт	0.3986	0.4776	0.4934	0.0850	0.2835	0.1039	0.2582

В результате расчетов сформирована схема статистической кластерной зональности территории Северного Тянь-Шаня (рисунок 3). В соответствии со схемой выделена система блоков однородных в признаковом пространстве внутри и различающихся между собой внешне. Границами блоков служат разломы различной глубинности.

По характеру геодинимической изменчивости формируются группы блоков:

- устойчивого режима - Балхашский (V), Саркандский (VII);
- динамичного режима – Алматинский (I), Джунгарский (II);
- повышенной энергетической насыщенности – Северо Тянь-Шаньский (IV), Юго-Восточный (VI);
- переходного режима – Каройский (III).

Группа блоков устойчивого режима (V, VII) характеризуется низкими значениями скоростных и энергетических параметров (таблица). Относительно устойчивый Балхашский блок занимает центральную часть Южно-Прибалхашской впадины. Земная кора имеет субгоризонтальную слоистость. Фундамент полого погружается по направлению к горным сооружениям. Мощность земной коры составляет 40-42 км [4]. Пространственно совпадает со стабильной частью Казахского щита Евразийской платформы. Саркандский блок расположен в юго-восточной части озера

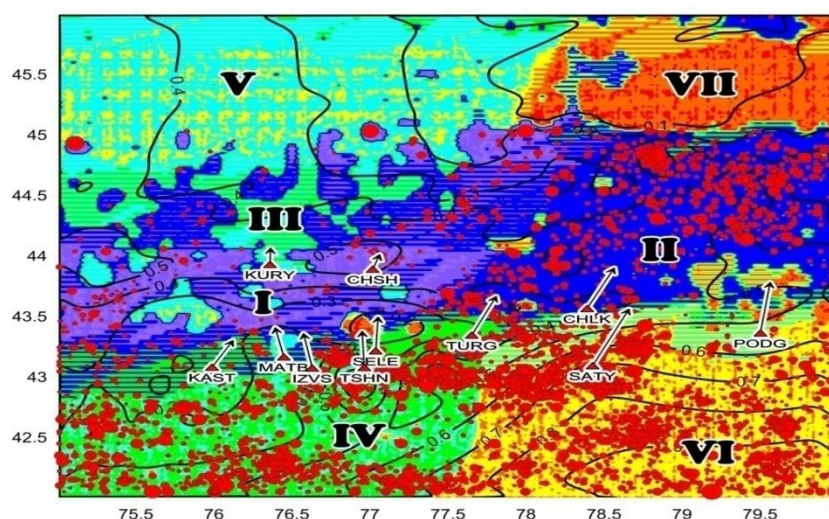


Рисунок 3 – Схема геодинимической классификации территории Северного Тянь-Шаня методом кластерного анализа с эпицентрами землетрясений

Балхаш, ограничен Таукумским разломом на севере и Алатайским на юге. Поверхность фундамента ступенчато поднимается на северо-восток. В пределах обоих блоков эпицентры землетрясений практически отсутствуют. Скорости горизонтальных движений поверхности, вычисленные по данным GPS- мониторинга, не превышают 2 мм/год.

Группа блоков динамического режима (I, II) расположена в центральной части изучаемой площади, имеет субширотное простирание. Характерной деталью данной группы кластеров является высокая скорость горизонтальных и вертикальных движений поверхности по амплитуде и градиенту, а также однородность в проявлении сейсмических событий. На территории блоков расположены Алматинская и Илийская межгорные впадины. Фундамент блоков полого погружается с запада на восток.

Геодинамический смысл группы блоков повышенной энергетической насыщенности (IV, VI) заключается в наибольшей плотности выделившейся сейсмической энергии в этой области в сочетании с максимальными скоростями горизонтальных движений поверхности от 3.0 до 6,5 мм/год по данным GPS-наблюдений. В группе сосредоточено до 70% эпицентров всех землетрясений зарегистрированных в регионе. Группа включает горные хребты Заилийский Алатау, Кунгей и Терской Алатау с максимальными отметками высот до 7010 м над уровнем моря (пик Хан Тенгри).

Каройский блок (III), расположенный в центральной части и ограниченный на юго-востоке Алтын Эмельским разломом отнесен нами к области переходного геодинамического режима. Мощность коры – не более 40-45 км. Блок является южным продолжением Балхашского срединного массива [4], относящегося к стабильной части Казахского щита. Характерной особенностью блока является высокий градиент изменения глубины залегания поверхности Мохоровичича в сочетании с относительно высокими скоростями вертикальных смещений поверхности до 2 мм/год. Данное обстоятельство не позволяет отнести GPS-станцию «Курты» к опорным, как это считалось ранее в геодинамических построениях.

Заключение. Выполненное районирование территории Северного Тянь-Шаня методом кластерного анализа позволило выделить четыре группы блоков характеризующих структуру литосферы. Полученные группы обладают статистически и геологически обоснованными геодинамическими особенностями. Исследования нацелены на обеспечение репрезентативного геодинамического контроля районов юга и юго-востока Казахстана, где возможно формирование очагов сильных землетрясений, представляющих угрозу населению и экономики региона.

Работа выполнена по РБП-076 «Прикладные научные исследования в области космической деятельности, транспорта и коммуникаций» в рамках целевой программы «Развитие космических технологий мониторинга процессов на земной поверхности и в литосфере, создание элементной базы и аппаратуры для его проведения, разработка приборов, аппаратно-программных средств и подсистем космической техники» (Шифр О.0673), подпрограмма 1. «Развитие технологий наземно-космического геодинамического мониторинга территории Казахстана» по теме «Разработать методологию исследования геомеханического состояния земной коры кризисных территорий с использованием спутниковых технологий и математического моделирования», Регистрационный номер (РН) 0115PK01281.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Халафян А.А. STATISTICA 6: Статистический анализ данных. – М.: Изд-во Бином, 2007. – 145 с.
- [2] Соколов С.Ю., Соколов Н.С., Дмитриев Л.В. Геодинамическое районирование литосферы центральной Атлантики по данным кластерного анализа геолого-геофизических параметров и данным о локализации главных петрологических типов базальтов // Russian-RIDGE Abstract volume. VII Okeangeologia. – St. Petersburg, 2005. – С. 25-26.
- [3] Тимуш А.В. Сейсмотектоника литосферы Казахстана. – Алматы, 2011. – 590 с.

REFERENCES

- [1] Khalafyan A.A., STATISTICA 6: Statistical analysis of the data. - M.: Publishing House of the Bean, 2007. - 145 p. (in Russ.).
- [2] Sokolov S.Yu., Sokolov N.S., Dmitriev L.V. Geodynamic zoning of the lithosphere of the central Atlantic according to the cluster analysis of geological and geophysical parameters, and the data on the localization of the main petrologic types of basalts // Russian-RIDGE Abstract volume. VII Okeangeologia. St. Petersburg, 2005. p. 25-26. (in Russ.).
- [3] Timush A.V. Seismotectonics lithosphere of Kazakhstan - Almaty, 2011. 590p. (in Russ.).

**СОЛТҮСТІК ТЯНЬ-ШАНЬ АЙМАҒЫНЫҢ
ЛИТОСФЕРАСЫН ГЕОДИНАМИКАЛЫҚ АУДАНДАСТЫРУ****А. В. Виляев, Д. М. Сұлтанова, Е. М. Акбергенов**

ЕЖШС «Ионосфера институты» АҚ «Ғарыштық зерттеулер мен технологиялар ұлттық орталығы»,
Алматы, Қазақстан

Тірек сөздер: геодинамикалық аудандастыру, кластерлік талдау, солтүстік Тянь-Шань, геодинамика.

Аннотация. Геодинамиканың белсенді дамуы соңғы кездерде әртүрлі геодинамикалық карта және модельдер жасауының қажеттігін туғыздырады, сондай-ақ ақпараттарды өңдеу мен литосфералық процестер болжаудың жаңа әдістерін құрастыру. Геофизикалық қорғанындардың параметрлерінің талдау беруінен шыққан нәтижелердің жеткіліксіздігі, практикалық деректер жинағының қолдану қажеттілігін ынталандырады.

Мақалда әдістеме кластерлік анализ арқылы Тянь-Шань аймағының геодинамикалық аудандастыру әдістемесі ұсынылады. Аймақтың кластерлі белдемділік статистикалық моделі алынды және геодинамика позициясынан алынған нәтижелерге талдау беру.

Поступила 03.11.2015 г.

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

PHYSICO-MATHEMATICAL SERIES

ISSN 1991-346X

Volume 6, Number 304 (2015), 21 – 27

UDC 556.53

**STATISTICAL APPROACH TO ANALYSING STREAM DISCHARGE
IN RESPONSE TO CLIMATE CHANGE AND GLACIER SHRINKAGE****Z. S. Zhantayev, A. A. Kaldybayev, A. Z. Bibossinov**

Institute of the Ionosphere, National Center for Space Research and Technology, Almaty, Kazakhstan.
E-mail: azamat.kaldybayev@gmail.com

Key words: river runoff, climate change, glacier shrinkage, Karatal river basin, Mann-Kendall test.

Abstract. Based on runoff, air temperature, and precipitation data from 1960 to 2012, the effects of climate change and glacier shrinkage on water resources in the western part Zhetysu Alatau were investigated. The long-term trends of hydroclimatic variables were studied by using Mann-Kendall test. Analyzing weather station climatic data, we found a significant increase in temperature and quite stable trends for precipitation during study period. Positive trends in annual discharge were detected in almost all glacierized tributaries of Karatal river. This obvious upward trend in river runoff is likely connected with a general trend of increasing temperatures and intensive melting of glaciers in Tien-Shan.

Introduction. Water resources play the most important role in the sustainable development of society and economy in arid region, and they determine the evolution of ecological environment in the arid regions, including the two contrary processes of oasis formation and desertification.

Only a limited number of studies currently address the timing and evolution of expected glacier shrinkage and related changes in runoff [1]. Although glacier changes of Zhetysu Alatau (Eastern Tien Shan) in this region have been investigated [e.g. 2; 3;4], little is known about the whole variation characteristics of glaciers and glacier runoff in the KRB basin during recent decades.

In this paper, the long-term trends of the air temperature, precipitation and runoff time series are analyzed. To further understand the spatial distribution of the trends in the hydrometeorological variable, we divide the Karatal river into 5 sub-basins. The purposes of this study are to detect the trends of major hydroclimatic variables at annual and seasonal scales, and reveal association between climate change, glacier shrinkage and the variability of hydrological process response.

Study area. The Karatal river basin, which is the largest basin in Zhetysu Alatau, covers an area of 19,100 km², with a catchment area of 5,300 km² [5]. The Karatal river originates on the north-western slopes of the Zhetysu Alatau central ridge. It is formed by the confluence of the Kora, Chizhin and Tekeli rivers [4], while further on the plain, it meets with its largest tributary, the Koksus river to form a united stream [6].

The mean annual air temperature is -5 -7 °C in the high-altitude zone of Zhetysu Alatau; January is the coldest month, with -13 -14 °C. The spatial distribution of precipitation is controlled by altitude and varies from 1,000 to 1,600 mm a⁻¹, with maximum amounts occurring at elevations of 1,800-2,200 m a.s.l. [6].

Hydro-meteorological data and trend analysing methods. We acquired data from the Taldykorgan weather station, which was the closest weather station available to our study area. This station is situated in the foothills, and provided long-term temperature and precipitation records since 1960.

In order to determine and analyse the potential drivers of glacier changes and investigate the changes in river runoff over the past decades a trend analysis using the Mann-Kendall test [7] was carried out for the time series of air temperature, precipitation and runoff at selected climate and hydrological stations. For more detailed analyses the impact of dramatically decreasing glacier to the runoff variation, we used hydrological data from four stations for each glacierized sub-basin (Kora, Koksus, Koktal and Chizhin) and one station from non-glacierized catchment Tekeli (see Fig. 1).

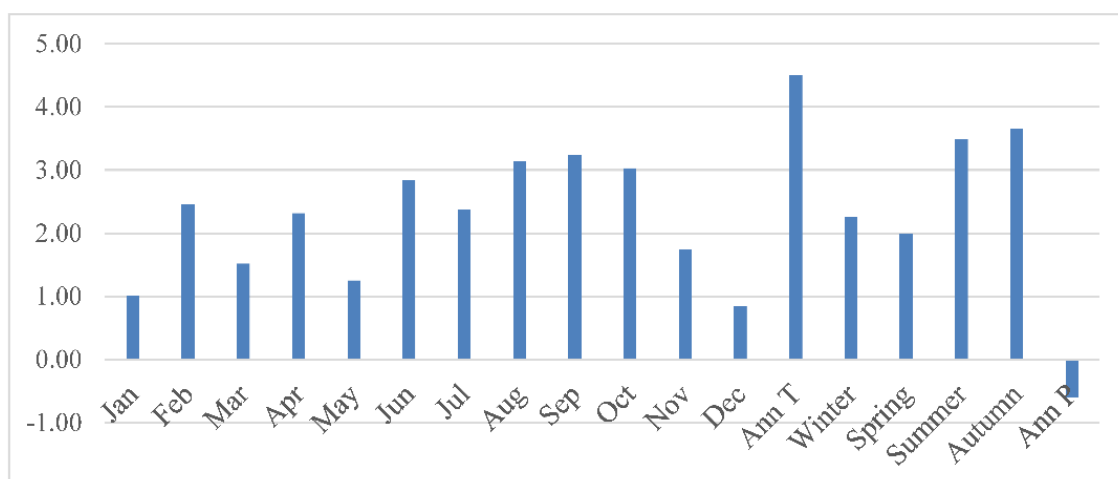


Figure 1 – Kendall test Z statistics for trends of monthly, annual and seasonal temperature and for annual precipitation of Taldykorgan station (Significant at $P < 0.05$; critical value of $Z < -1.96$ and $> +1.96$ (two-sided))

The accumulative deviation test was applied to detect trends in air temperature at the Taldykorgan weather station. Test results showed that the temperature had step change point occurrence in 1977. Therefore, the data series was divided into two periods before and after 1977. Both periods included data series of more than 20 years, which is acceptable for the nonparametric Mann-Kendall test.

The rank-based nonparametric Mann-Kendall test is commonly used to assess the significance of monotonic trends in hydrometeorological time series (e.g., 8; 9; 10; 11; 12). In this test, the standard normal statistic Z is estimated and compared with the standard normal deviate $Z_{\alpha/2}$. The test statistic Z is not statistically significant if $-Z_{\alpha/2} < Z < Z_{\alpha/2}$. Correspondingly, this test shows a statistically significant trend if $Z < -Z_{\alpha/2}$ or $Z_{\alpha/2} < Z$ [9]. The confidence level fixed at $\alpha = 0.05$ and critical z values for two-sided test are -1.96 and $+1.96$. The standard normal statistic Z is estimated by the following formula as [8; 9].

$$Z_c = \begin{cases} \frac{S-1}{\sqrt{\text{Var}(S)}}, & S > 0 \\ 0, & S = 0 \\ \frac{S+1}{\sqrt{\text{Var}(S)}}, & S < 0 \end{cases} \quad (1)$$

Where

$$S = \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{k=i+1}^n \text{sgn}(x_k - x_i) \quad (2)$$

$$\text{sgn}(\theta) = \begin{cases} 1, & \theta > 0 \\ 0, & \theta = 0 \\ -1, & \theta < 0 \end{cases} \quad (3)$$

$$\text{var}[S] = [n(n-1)(2n+5) - \sum_t t(t-1)(2t+5)]/18 \quad (4)$$

In which the x_k, x_j are the sequential data value, n is the length of the data set, t is the extent of any given tie. The magnitude of the trend is given as

$$\beta = \text{Median}\left(\frac{x_i - x_j}{i - j}\right), \forall j < i \quad (5)$$

In which $1 < j < i < n$. A positive value of β indicates an ‘upward trend’, and a negative value of β indicates a ‘downward trend’.

In addition, the relationship between hydrological and meteorological variables was explored by using Pearson’s correlation coefficient. The correlations calculated were tested for statistical validity at the 95% significance level.

RESULTS. Changes in temperature and precipitation. Annual mean temperature and total precipitation over the 47 year period of 1960–2007 were analyzed from the Taldykorgan weather station, situated close to the study area. The linear trend analysis of mean temperature indicated that the average rate of temperature increase was $0.43 \text{ }^\circ\text{C} (10\text{a})^{-1}$, while the summer (JJA) temperature rose $0.28 \text{ }^\circ\text{C} (10\text{a})^{-1}$. From 1960 to 2007, records at the same station displayed a slight decrease in annual precipitation. The results of Mann-Kendall test applied to annual and seasonal data series showed statistically significant trends during the period 1960–2007. Trend in Summer and Autumn seasons were higher than those in Winter and Spring. Monthly highest positive trend was for August, September and October months (Fig. 1).

Trends of runoff. Trends in monthly and annual runoff for the sub-basins of Karatal river were analysed. Discharge trend analysis was calculated for three periods: full-observed time and for periods before and after 1977 (step change year) for each hydrological station. Annual runoff of the almost all sub-basins showed increasing trend for annual, melting and frozen seasons for entire observed time (see Fig. 2 A). Increasing discharge trend was statistically significant in more glacierized catchments (Kora, Koksou and Koktal). Trends of runoff for the melting season were similar to those in the annual cycle. However, runoff for the frozen season exhibited higher changes during entire observed time for all sub-basins, but the absolute changes remained small. Less glacierized (Chizhin) and non-glacierized sub-basins (Tekeli) show lower increasing trend in the melting season and annual time.

The discharge trend for the first period, before step change year (1977), showed slightly negative trend in annual and melting cycle. Positive trend was only for two stations, Chizhin and Tekeli. Neither positive nor negative trend were statistically significant during first period for annual and melting cycles. However, trend for cold months and frozen season was different. Discharge trend was increased in Koktal and decreased in Chizhin and both trends were statistically significant (Fig. 2 B).

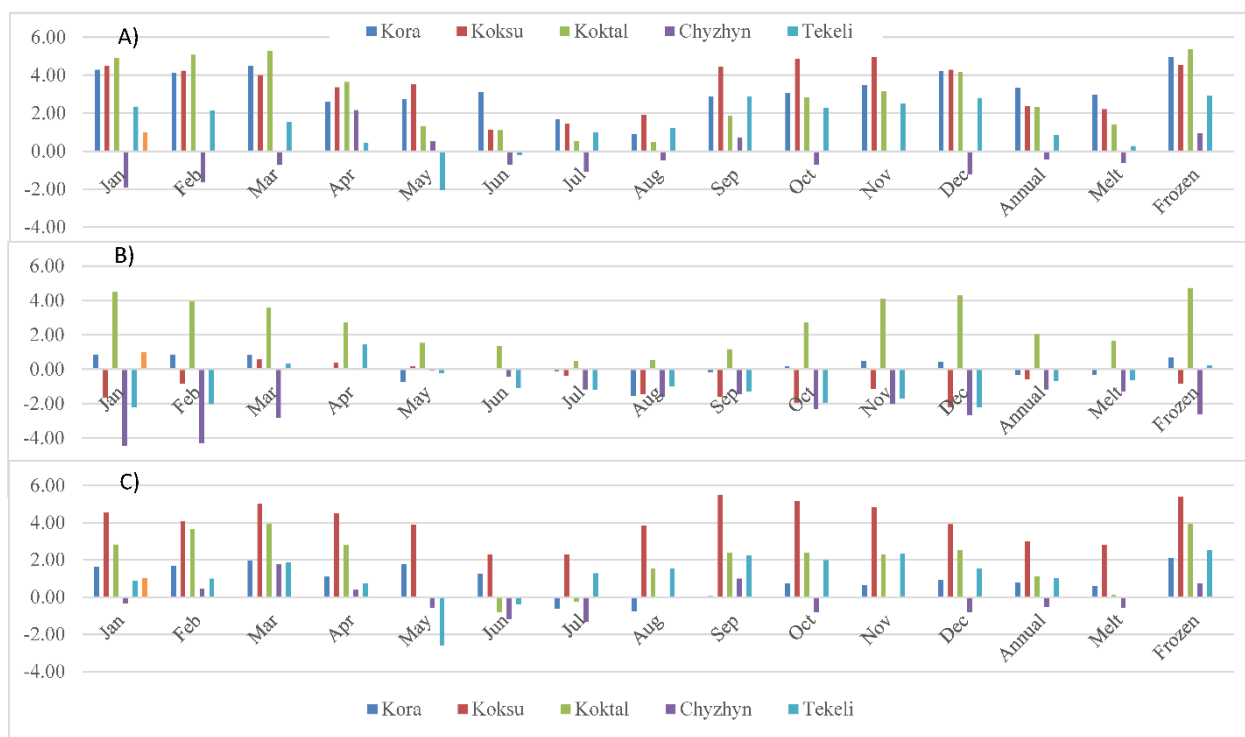


Figure 2 – Kendall test Z statistics for trends of monthly, annual and seasonal runoff for the Sub-basins of Karatal river. (A) for entire period, (B) and (C) for the periods before and after the 1977 (step change) year, respectively; (Significant at $P < 0.05$; critical value of $Z < -1.96$ and $> +1.96$ (two-sided))

Runoff data for the second period (after 1977) indicated trends that are more positive. In the Koksus sub-basin, where the most glaciers were located (108.6 km^2 in 1956), trend analysis exhibited statistically significant increasing for melting, frozen and annual cycles. Three sub-basins, which were more glacierized, showed the slight increasing trend, while less glacierized had small decreasing trend during melting season (Fig.2 C).

Surprisingly, the runoff trend in the Kora sub-basin showed the decreasing trend for July, August and September months, in spite of relatively intensive glaciation (14%), and statistically significant increasing temperature in these months. Detailed analysis of year-to-year variation of runoff from this station showed the anomaly increasing discharge for the 1988-2000 period. Mean discharge for this months during 1988-2000 were two times higher than mean level during 1940-2014. This is the anomaly impact to the trend analysis for the second period. Thus, despite the fact that statistically significant positive trend during 1940-2014 for annual and melting season, trend for those was negative and positive during 1940-1977 and 1978-2014, respectively. This high runoff phenomenon during 1988-2000 might be technical mistakes during observation in the station or human factor impact. Neighbouring sub-basins showed the quite stable trend during this period.

Discussion. The Pearson’s correlation coefficient values (Table) show that the runoff of the lower glacierized sub-basins, such as Tekeli, Chizhin and Koktal, has a strong and significant correlation with the precipitation. For the temperature, the correlations are much weaker and less significant, even for the comparatively the most glacierized Kora.

The Correlation Coefficients between the Annual Temperature Precipitation and the Runoff. Statistically significant trends are indicated in bold

	Kora	Koksus	Koktal	Chizhin	Tekeli
Temp.	-0.05	0.15	-0.17	-0.06	-0.15
Prec.	0.00	0.12	0.27	0.33	0.47
Significant at $P < 0.05$.					

The absence of significant positive trends in summer season discharge can be explained by the low glacierized catchments (less than 15%) [13]. In addition, the evapotranspiration has negative effect on river runoff, but their role are limited [14]. Estimated changes in potential evaporation based on the empirical approach of [15, 16], which solely relies on temperature, suggest that evaporation changes are insignificant during the ablation season, mainly due to small changes in air temperature. However, due to increasing trend in spring and autumn months, trend showed statistically significant positive increasing for the melting and annual cycle in glacierized catchments. The effect on runoff changes was different in glacierized sub-basins of Karatal river. Relatively highest glacierized Kora (14% glaciation) showed highest positive trend, while smaller glacierized Koktal (5%) demonstrated smaller trend, with the statistically significant magnitude of 3.32 and 2.31, respectively. In the catchment with only 2% glaciation (Chizhin) trend was even negative with magnitude of -0.43. Apparently, the tipping point (peak water) for this catchment might be already passed [17, 18]. The tipping point is a phenomenon when runoff during warming climate will at first increase owing to higher temperatures and more meltwater, while this effect is gradually reduced when the glacier area begins to decline as a result of continued glacier mass loss [19-21]. Tekeli sub-basin without glacier showed slight increasing trend, but absolute water volume of rising trend was very small.

Summary. Based on runoff trend analysis, runoff in sub-catchments was controlled by temperature provoking the glacier melting stored for previous decades and centuries. River runoff demonstrated significant increasing trend during last half century at the expense of glaciers' melting intensification against a background of slight decreasing precipitation in the same time.

Even small glacierized areas (5% - 14% of total basin) had significant impact on the river runoff fluctuations in condition of global temperature increasing.

REFERENCES

- [1] Sorg A, Bolch T, Stoffel M, Solomina O, Beniston M (2012) Climate change impacts on glaciers and runoff in Tien Shan (Central Asia). *Nature Clim Change* 2:725-731
- [2] Cherkasov PA (2004) Calculation of the components of water-ice balance of inland glacier system, Almaty (in Russian)
- [3] Severskiy I.V., Vilesov E.N., Kokarev A.L., Shesterova I.N., Morozova V.I., Kogutenko L.V., Usmanova Z.S. (2012) Glaciological system of Balkhash-Alakol basin: state and current changes. *Probl Geogr Geoecol* 2:31-40 (in Russian)
- [4] Vilesov EN, Morozova VI, Severskiy IV (2013) Glaciation Dzhungar (Zhetysu) Alatau: past, present, future. Volkova, Almaty (in Russian)
- [5] Kudakov TK (2002) Modern ecological condition of Balkhash Lake basin. Kaganat, Almaty (in Russian)
- [6] Glacier Inventory of the USSR (1980) Central and Southern Kazakhstan, ed.II Balkhash basin, part 5. Karatal river basin (Leningrad: Hydrometeoizdat) (in Russian)
- [7] Kendall MG (1975) Rank Correlation Methods. Griffin, London
- [8] Hirsch RM, Slack JR (1984) A nonparametric trend test for seasonal data with serial dependence. *Water Resources Research* 20(6):727-732
- [9] Gan TY (1998) Hydroclimatic trends and possible climatic warming in the Canadian Prairies. *Water Resour Res* 34(11):3009-3015
- [10] Xu ZX, Liu ZF, Fu GB, Chen YN, Huang JX (2010) Trends of major hydroclimatic variables in the Tarim River basin during the past 50 years. *J Arid Environ* 74:256-267
- [11] Wang H, Chen Y, Li W, Deng H (2013) Runoff Responses to Climate Change in Arid Region of Northwestern China During 1960–2010. *Chin GeograSci* 23(3):286–300
- [12] Yao Z, Liu Z, Huang H, Liu G, Wu S (2014) Statistical estimation of the impacts of glaciers and climate change on river runoff in the headwaters of the Yangtze River. *Quater Intern* 336: 89-97
- [13] Kaldybayev A, Yaning Chen Y, EvgeniyVilesov E (2016) Glacier change in the Karatal river basin, Zhetysu (Dzhungar) Alatau, Kazakhstan. *Annals of Glaciology* 57(71). doi:10.3189/2016AoG71A005
- [14] Kriegel D, Mayer C, Hagg W, Vorogushyn S, Duethmann D, Gafurov A, Farinotti D (2013) Changes in glacierisation, climate and runoff in the second half of the 20th century in the Naryn basin, Central Asia. *Glob Planet Change* 110(A):51-61
- [15] Thornthwaite CW (1948) An approach toward a rational classification of climate. *Geogr Review* 38(1):55–94
- [16] Chen JY, Ohmura A (1990) On the Influence of Alpine Glaciers on Runoff. *IAHS Publ.* 193 (Symposium at Lausanne 1990- Hydrology in Mountainous Regions. I-Hydrological Measurements; the Water Cycle), 117–125
- [17] Birsan M, Molnar P, Burlando P, Pfaundler M (2005) Streamflow trends in Switzerland, *J Hydrol* 314:312–329
- [18] Rango A, Martinec J, Roberts R (2007) Relative importance of glacier contributions to streamflow in a changing climate. In: *Proceedings of the Second IASTED International Conference, August 20-22, 2007. Water ResourManag, Honolulu, Hawaii, USA, pp 203-207*
- [19] Ye BS, Ding YJ, Liu FJ, Liu C.H (2003) Responses of various-sized alpine glaciers and runoff to climatic change. *J Glaciol* 49(164):1-7

[20] Huss M (2011) Present and future contribution of glacier storage change to runoff from macroscale drainage basins in Europe. *Water Resour Res* doi:10.1029/2010WR010299

[21] Sorg A, Huss M, Rohrer M, Stoffel M (2014) The days of plenty might soon be over in glacierized Central Asian catchments. *Environ Res Lett*. doi:10.1088/1748-9326/9/10/104018

ЛИТЕРАТУРА

[1] Sorg A, Bolch T, Stoffel M, Solomina O, Beniston M (2012) Climate change impacts on glaciers and runoff in Tien Shan (Central Asia). *Nature Clim Change* 2:725-731

[2] Черкасов ПА (2004) Расчет составляющих водно-ледового баланса внутриконтинентальной ледниковой системы. Алматы

[3] Кокарев АЛ, Шестерова ИН, Морозова ВИ, Когутенко ЛВ, Усманова ЗС (2012) Ледниковые системы Балхаш-Алакольского бассейна: состояние, современные изменения. *Вопросы географии и геоэкологии* 2:31-40

[4] Северский ИВ, Вилесов ЕН, Морозова ВИ. (2006) Оледенение Джунгарского (Жетысу) Алатау: прошлое, настоящее, будущее. Алматы: КазНУ, 2013, 244 с

[5] Кудеков ТК, Современное экологическое состояние бассейна озера Балхаш. Алматы, 2006, 388с

[6] Каталог ледников СССР (1980) Центральный и Южный Казахстан, выпуск ШБалхашский бассейн, часть 5. Бассейн реки Каратал. Ленинград: Гидрометеиздат

[7] Kendall MG (1975) *Rank Correlation Methods*. Griffin, London

[8] Hirsch RM, Slack JR (1984) A nonparametric trend test for seasonal data with serial dependence. *Water Resources Research* 20(6):727-732

[9] Gan TY (1998) Hydroclimatic trends and possible climatic warming in the Canadian Prairies. *Water Resour Res* 34(11):3009-3015

[10] Xu ZX, Liu ZF, Fu GB, Chen YN, Huang JX (2010) Trends of major hydroclimatic variables in the Tarim River basin during the past 50 years. *J Arid Environ* 74:256-267

[11] Wang H, Chen Y, Li W, Deng H (2013) Runoff Responses to Climate Change in Arid Region of Northwestern China During 1960–2010. *Chin GeograSci* 23(3):286–300

[12] Yao Z, Liu Z, Huang H, Liu G, Wu S (2014) Statistical estimation of the impacts of glaciers and climate change on river runoff in the headwaters of the Yangtze River. *Quater Intern* 336: 89-97

[13] Kaldybayev A, Yaning Chen Y, Evgeniy Vilesov E (2016) Glacier change in the Karatal river basin, Zhetysay (Dzhungar) Alatau, Kazakhstan. *Annals of Glaciology* 57(71). doi:10.3189/2016AoG71A005

[14] Kriegel D, Mayer C, Hagg W, Vorogushyn S, Duethmann D, Gafurov A, Farinotti D (2013) Changes in glacierisation, climate and runoff in the second half of the 20th century in the Naryn basin, Central Asia. *Glob Planet Change* 110(A):51-61

[15] Thornthwaite CW (1948) An approach toward a rational classification of climate. *Geogr Review* 38(1):55–94

[16] Chen JY, Ohmura A (1990) On the Influence of Alpine Glaciers on Runoff. *IAHS Publ.* 193 (Symposium at Lausanne 1990- Hydrology in Mountainous Regions. I-Hydrological Measurements; the Water Cycle), 117–125

[17] Birsan M, Molnar P, Burlando P, Pfaundler M (2005) Streamflow trends in Switzerland, *J Hydrol* 314:312–329

[18] Rango A, Martinec J, Roberts R (2007) Relative importance of glacier contributions to streamflow in a changing climate. In: *Proceedings of the Second IASTED International Conference, August 20-22, 2007. Water Resour Manag, Honolulu, Hawaii, USA*, pp 203-207

[19] Ye BS, Ding YJ, Liu FJ, Liu C.H (2003) Responses of various-sized alpine glaciers and runoff to climatic change. *J Glaciol* 49(164):1-7

[20] Huss M (2011) Present and future contribution of glacier storage change to runoff from macroscale drainage basins in Europe. *Water Resour Res* doi:10.1029/2010WR010299

[21] Sorg A, Huss M, Rohrer M, Stoffel M (2014) The days of plenty might soon be over in glacierized Central Asian catchments. *Environ Res Lett*. doi:10.1088/1748-9326/9/10/104018

КЛИМАТТЫҢ ӨЗГЕРУІ МЕН МҰЗДЫҚТЫҢ ҚЫСҚАРУЫНЫҢ ӨЗЕН СУЫНА ӘСЕРІН СТАТИСТИКАЛЫҚ ӘДІС АРҚЫЛЫ ТАЛДАУ

Ж. Ш. Жантаев, А. А. Қалдыбаев, А. Ж. Бибосінов

«Ионосфера институты» ЕЖШС «Ғарыштық зерттеулер мен технологиялар ұлттық орталығы» АҚ,
Алматы, Қазақстан

Тірек сөздер: өзен суы, климаттың өзгеруі, мұздықтардың қысқаруы, Қаратал өзенінің бассейні, Манн-Кендалл тесті.

Аннотация. 1960–2012 жылдар аралығындағы өзен суы, ауа температурасы мен жауын-шашын мәліметтеріне негізделі отырып Жетісу Алатауының батысындағы су ресурстарына климаттың өзгеруі мен мұздықтардың қысқаруының әсері зерттелді. Гидроклиматтың ұзақ уақыттық ауытқуының тренді Манн-Кендалл тесті арқылы қарастырылды. Климаттық мәліметтерді талдай отырып, зерттеліп отырған уақыт аралығында температураның едәуір жоғарылауы мен жауын-шашынның тұрақтылығы байқалды. Жылдық өзен суының көбеюі Қаратал өзенінің барлық мұзды салаларында анықталды. Өзен суының артуы температураның жалпы жылынуымен және мұздықтардың белсенді қысқаруымен байланысты.

**СТАТИСТИЧЕСКИЙ ПОДХОД К АНАЛИЗУ РЕЧНЫХ СТОКОВ
В ОТВЕТ НА ИЗМЕНЕНИЕ КЛИМАТА И СОКРАЩЕНИЕ ЛЕДНИКОВ****Ж. Ш. Жантаев, А. А. Калдыбаев, А. Ж. Бибосинов**ДТОО «Институт ионосферы» АО «Национальный центр космических исследований и технологий»,
Алматы, Казахстан**Ключевые слова:** речной сток, изменение климата, сокращение ледников, бассейн реки Каратал, Манн-Кендалл тест.**Аннотация.** Основываясь на данных речного стока, температуры воздуха и осадков с 1960 по 2012 год, были исследованы последствия изменения климата и сокращение ледников на водные ресурсы в западной части Жетысуского Алатау. Долгосрочные тренды гидроклиматических колебаний были изучены с помощью теста Манна-Кендалла. Анализируя климатические данные, мы обнаружили значительное повышение температуры и достаточно стабильных тенденций осадков в период исследования. Положительные тренды в годовом стоке были обнаружены почти во всех оледененных притоках реки Каратал. Повышение речного стока, скорее всего, связано с общей тенденцией повышения температуры и интенсивного таяния ледников Тянь-Шаня.*Поступила 03.11.2015 г.***NEWS****OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN
PHYSICO-MATHEMATICAL SERIES**

ISSN 1991-346X

Volume 6, Number 304 (2015), 27 – 33

**GIS ANALYSIS OF MODERN GEODYNAMIC PROCESSES
ON THE TERRITORY OF ALMATY****Zh. Sh. Zhantayev, A. Zh. Bibossynov, A. A. Kaldybayev,
B. E. Junisbekova, S. M. Nurakynov**"Institute of Ionosphere", JSC "National Center of Space Research and Technology", Almaty, Kazakhstan.
E-mail: nurakynov@gmail.com**Key words:** Geographic information system, remote sensing, synthetic aperture radar, displacement of Earth surface, cluster analysis.**Abstract.** The paper shows the efficiency of GIS and remote sensing data to identify and analyze modern geodynamics. For the territory of Almaty new data about the modern deformations of crust are received. On the territory of Almaty, we identified tectonic faults, which are the boundaries of crustal blocks and can move even during small earthquakes. Today, the problem of tectonic faults and their zones of influence on the territory of city become very important due to intensive development of the city with high-rise buildings. They are located irregularly within the territory of city, and such kind of distribution of buildings can make different strain on the ground, what can increase the possible seismic hazard. GIS analysis of modern geodynamic processes of the Earth's surface, buildings and structures are the crucial and important topic on the background of the rapid growing urban infrastructure.

ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЙ АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ ГЕОДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ НА ТЕРРИТОРИИ г. АЛМАТЫ

Ж. Ш. Жантаев, А. Ж. Бибосинов, А. А. Калдыбаев,
В. Е. Джунисбекова, С. М. Нуракинов

ДТОО «Институт ионосферы» АО «Национальный центр космических исследований и технологий»,
Алматы, Казахстан

Ключевые слова: географическая информационная система, дистанционное зондирование земли, радарная интерферометрия, смещения земной поверхности, кластерный анализ.

Аннотация. В работе показана эффективность применения геоинформационных технологий и данных ДЗЗ для выявления и анализа проявлений современной геодинамики. Получены новые сведения о современных деформациях земной коры на территории г. Алматы. Построены карты тектонических разломов на территории г. Алматы, которые являются границами блоков земной коры и могут прийти в движение даже при не очень сильных землетрясениях. Сегодня проблема уточнения положения тектонических разломов на территории Алматы и их зон влияния являются актуальной в связи с интенсивной застройкой территории города с высотными зданиями. Они расположены неравномерно по территории города и, соответственно, создают неравномерную нагрузку на грунт, что в свою очередь, может усиливать возможное сейсмическое воздействие. Гис-анализ современных геодинамических процессов земной поверхности, зданий и сооружений представляется наиболее актуальным и значимым в рамках быстрого роста городской инфраструктуры.

Введение. В настоящее время данные дистанционного зондирования (ДДЗ) являются самым оперативным источником получения геоинформационных данных. Следовательно, они являются основным источником для поддержания информации ГИС в актуальном состоянии, особенно если фактор актуальности играет решающую роль (контроль стихийных бедствий, геодинамический мониторинг, разведка природных ресурсов и т.д.). Из-за важности геоинформационных технологий для обработки ДДЗ следует констатировать тенденцию взаимного сближения технологий ГИС и обработки данных дистанционного зондирования (ДДЗ) Земли.

Методы обнаружения и изучения геодинамических процессов на практике весьма разнообразны. Помимо традиционных или хорошо опробованных методик и инструментов исследования современных деформаций земной коры, в настоящее время мы имеем мощные средства обработки пространственной информации [3-5]. Речь идет о географических информационных системах (ГИС), потенциал которых в теории и практике геодинамических исследований раскрыт далеко не полностью.

Согласно традиционной точке зрения современные движения земной поверхности равнинно-платформенных асейсмичных областей характеризуются относительно слабыми скоростями, до 5-10 мм/год, в отличие от орогенных сейсмоактивных регионов, где скорости могут достигать величин существенно больших, 50 мм/год и более [9]. Подобный вывод вполне обоснованно следует из анализа карт современных вертикальных движений земной поверхности построенных по данным радарных интерферометрий на территориях г. Алматы (рисунок 2).

В работе представлены примеры реализации различных подходов к изучению тех или иных проявлений современной геодинамики на территории г. Алматы с использованием инструментов ГИС. На различных этапах исследования также использовались: программа обработки данных дистанционного зондирования SARscape (ExelisVIS, США), программа обработки статистических данных SpatialStatistics (ArcGIS).

Результаты обработки данных радарной съёмки. Входными данными для обработки в специализированных программных комплексах являются интерферометрическая пара (либо многопроходная серия) радарных снимков [1].

Последовательная интерферометрия постоянных рассеивателей (PS) радарного сигнала. Этот вариант радарной интерферометрии характеризуется точностью оценки смещений 2-4 мм по высоте. Входными данными для гарантированно успешной обработки должны являться не менее

30 снимков одной и той же территории за разные даты, сделанные в одной и той же геометрии съемки спутникового радара [1, 2]. В случае съемок города Алматы был набран массив из 45 снимков за 2003-2010 гг. полученные спутником ENVISAT ASAR, подходящих для обработки по технологии PS. Результирующий продукт обработки по методу PersistentScatterers постоянные отражатели PS (рисунок 1) относится к измерению линейных смещений и дает выходные значения высоты отдельных отражателей (точек), которые обычно характеризуются высокой когерентностью. Для каждой точки вычислены величины смещений в миллиметрах по состоянию на каждую дату съемки. Дополнительно рассчитаны среднегодовая скорость смещений в миллиметрах в год, а также высота в метрах над эллипсоидом WGS-84[13-16].

Результат визуально выглядит качественно, зашумленность низкая, четко отделяются стабильные точки от смещающихся. Весь векторный файл точек – постоянных рассеивателей радарного сигнала, содержится в цифровом виде в форматах *.shp и *.kmz (таблица 1). Именно результат обработки PS использован для дальнейшего анализа смещений и деформаций земной поверхности г. Алматы.

Таблица 1 – Векторный файл точек – постоянных рассеивателей радарного сигнала

	Velocity	Coherence	Lon	Lat	Z	Velocity_P	Height_cor	Tot_Displ	D_20030423	D_20030702	D_20030806	D_20031015	D_20031224	D_20040123	
23199	1.248921	0.797341	76.872987	43.256011	729.172677	0.223637	-6.353083	98.076976	5.905185	5.763841	-1.196954	3.346665	25	0.498926	11.
23200	1.228159	0.796419	76.872980	43.256012	727.291888	0.224159	-4.431521	85.761877	13.525579	13.977281	1.414549	13.947692	04	3.540435	-9.
23201	-0.305062	0.874035	76.835788	43.261707	706.428607	0.174041	0.413113	108.383766	3.089765	-4.464911	1.648807	2.011204	17	3.757336	3.
23202	-0.377392	0.892161	76.835769	43.261710	702.840861	0.161175	4.135935	-153.019790	-10.097975	11.900266	7.008786	-2.449351	04	10.472560	-9.
23203	-0.523720	0.760335	76.962116	43.242272	826.785190	0.243909	5.743984	-93.024416	-4.751414	-4.056777	7.448563	4.381604	30	8.507679	-5.
23204	0.038634	0.769073	76.950759	43.244022	807.988054	0.239289	8.038338	0.041692	12.571442	-4.763086	-11.836682	0.395249	25	-13.996275	9.
23205	-0.186706	0.850988	76.921887	43.248466	760.268119	0.189990	4.510354	-42.881994	-8.504874	-7.543884	4.425506	-4.506121	92	3.897893	-9.
23206	-0.117799	0.777967	76.906557	43.250822	756.154032	0.232549	-5.514103	55.714213	5.167668	1.953643	-9.022792	-8.234457	88	-10.262506	3.
23207	-0.037888	0.792928	76.906534	43.250825	752.736164	0.223732	-2.003884	-162.322524	-7.683592	-10.129744	-5.222194	13.562919	69	-4.236957	-8.
23208	0.594893	0.851141	76.876257	43.255472	739.631524	0.190637	-11.644038	85.043992	4.312288	5.731349	12.733137	10.405339	07	7.406352	4.
23209	0.647910	0.907752	76.876203	43.255481	733.149764	0.150768	-5.550330	91.676348	4.659745	6.297713	-5.606494	-6.553827	30	-8.320976	5.
23210	0.744638	0.914813	76.876188	43.255483	731.554264	0.145224	-4.067987	-37.137634	11.927372	13.507746	-3.210389	2.946630	84	-4.810262	11.
23211	-0.000554	0.835489	76.860160	43.257939	719.353523	0.198863	-4.775554	-101.669998	9.714313	8.738061	-5.514962	-1.772522	20	-0.529279	12.
23212	-0.250233	0.852781	76.860137	43.257943	715.947156	0.187750	-1.397197	-105.777987	-4.363443	-3.201644	0.031327	-9.167603	06	-0.056614	-0.
23213	-0.234554	0.798208	76.860111	43.257947	710.493064	0.222009	4.058367	-25.551987	-9.878666	-5.702633	8.473861	-6.559522	79	3.837456	-6.

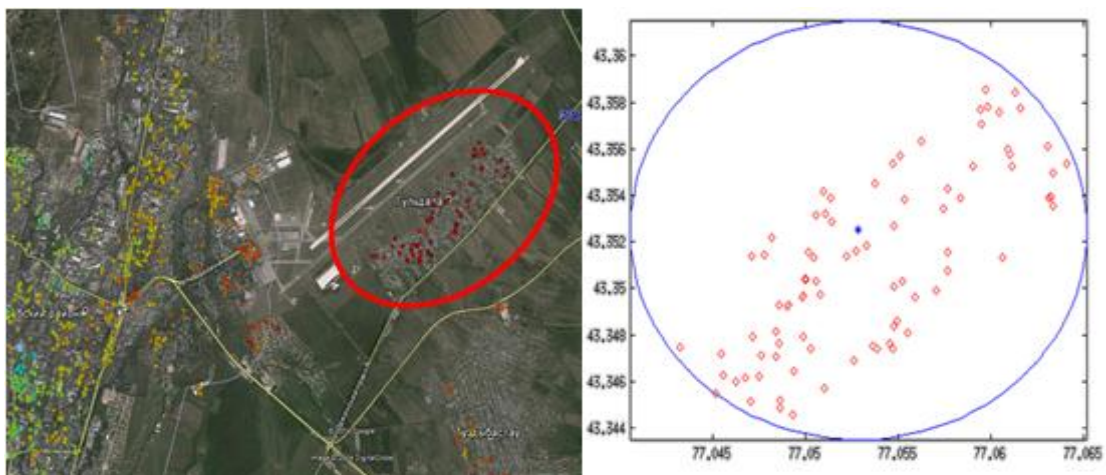


Рисунок 1 – Пример отображения результатов мониторинга смещений постоянных отражателей на территорию аэропорта г. Алматы

Картирование результатов. Территория г. Алматы расположена в Илийской впадине, которая в свою очередь на юге ограничена складчатой системой хр. Заилийский Алатау, а на севере Джунгарским Алатау. Этот участок Алматинской депрессии является наиболее погру-

женной частью предгорного прогиба. Фундамент сложен породами среднего, верхнего палеозоя и платформенным чехлом, представленным мезокайнозойскими отложениями. Фундамент сложен различной степени метаморфизованными и дислоцированными породами перми и карбона, в составе которых осадочно-вулканогенные образования.

Для получения тектонических разломов для территории г. Алматы в качестве исходных материалов была использована карта современной тектонической обстановки на территории г. Алматы по Куликовскому К.Т. [8].

Наибольшую сейсмическую опасность для города представляет Заилийский разлом (диагональный), проходящий вдоль ул. аль-Фараби, через антенное поле, пл. Республики, пересечение ул. Абая и Кунаева, по ул. Казыбек-Би, через Парк культуры на восток.

Полученные материалы по разломам позволяют говорить о том, что, несмотря на различия в истории развития и условиях реализации тектонических процессов, сказывающихся на специфике формирования разломов, все они обладают рядом общих черт [6, 7]. Кроме того, учитывая высокий уровень развития экономики, наличие большого числа потенциально опасных объектов, значительную концентрацию населения, в настоящее время угрозу городу представляют не только сильные, но и землетрясения средней интенсивности [10, 11].

Для интерпретации полученных результатов обработки наложены разломы на территории г. Алматы. Наложения разломов способствуют визуальной оценке полученных результатов обработки радарных снимков. Основные закономерности распределения смещений связаны с разломами, которые пролегают по территории г. Алматы.

Как видно на рисунке 2, высокая плотность постоянных отражателей радарного сигнала в основном расположена на городской территории, в местах плотной застройки, а также в населенных пунктах Каскелен, Бурындай и других. Несмотря на высокий уровень искажений в отдельных точках, обусловленных сезонностью, низким пространственным разрешением системы и недостаточной плотностью временной базы, очевидно, что в центральной части исследуемой территории преобладают поднятия, а в краевых восточных областях опускания. Причём положительные вертикальные движения сопряжены с зоной распространения разломов, характеризующихся как наиболее активные.

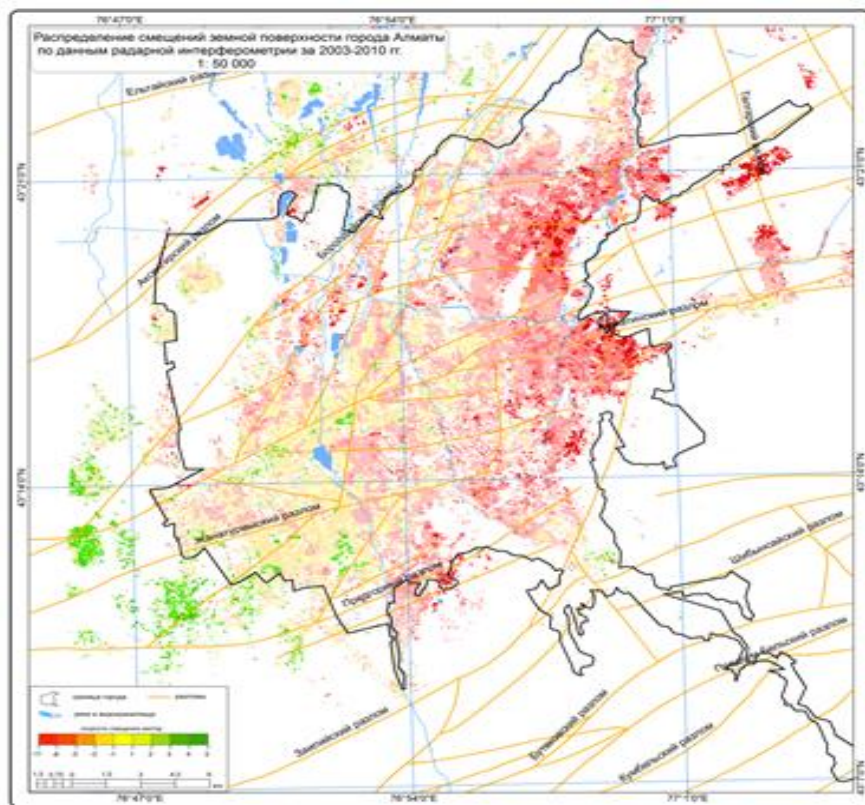


Рисунок 2 –
Карта смещений земной поверхности города Алматы по данным радарной интерферометрии. От желтого цвета к красному – возрастающие оседания; желтый цвет – стабильные участки, зелёный цвет – поднятия; коричневые сплошные линии – разломы

Геоинформационный анализ. В зависимости от поставленной задачи можно перейти к следующему этапу, к кластерному анализу или анализу групп. Кластерный анализ – это метод классификационного анализа; его основное назначение – разбиение множества исследуемых объектов и признаков на однородные в некотором смысле группы, или кластеры. Это многомерный статистический метод, поэтому предполагается, что исходные данные могут быть значительного объема, т.е. существенно большим может быть как количество объектов исследования (наблюдений), так и признаков, характеризующих эти объекты. Большое достоинство кластерного анализа в том, что он дает возможность производить разбиение объектов не по одному признаку, а по ряду признаков. Кроме того, кластерный анализ, в отличие от большинства математико-статистических методов, не накладывает никаких ограничений на вид рассматриваемых объектов и позволяет исследовать множество исходных данных практически произвольной природы. Так как кластеры – это группы однородности, то задача кластерного анализа заключается в том, чтобы на основании признаков объектов разбить их множество на m (m – целое) кластеров так, чтобы каждый объект принадлежал только одной группе разбиения. При этом объекты, принадлежащие одному кластеру, должны быть однородными (сходными), а объекты, принадлежащие разным кластерам, – разнородными. Если объекты кластеризации представить как точки в n -мерном пространстве признаков (n – количество признаков, характеризующих объекты), то сходство между объектами определяется через понятие расстояния между точками, так как интуитивно понятно, что чем меньше расстояние между объектами, тем они более схожи [16].

Для эффективной работы с пространственными объектами целесообразно использовать технологию ГИС и предоставляемые ею геостатистические методы. Для обработки использовались известные аналитические алгоритмы Getis-Ord General G и AverageNearestNeighborDistance. В системе ArcGIS они реализованы через инструменты пространственной статистики High/Low Clustering: Getis-Ord General G (Spatial Statistics) и Average Nearest Neighbor Distance (Spatial Statistics) [17, 18].

В общем случае различают случайное и сгруппированное (кластерное) распределение объектов. Подавляющее большинство статистических тестов основано на так называемой нулевой гипотезе, для нашего случая она гласит, что распределение – случайное. Не углубляясь в теорию статистических методов, примем как априорное знание, что существуют критические значения статического критерия, и при их превышении мы не можем принять нулевую гипотезу – она должна быть отвергнута. В качестве такого статистического критерия мы используем значение Z .

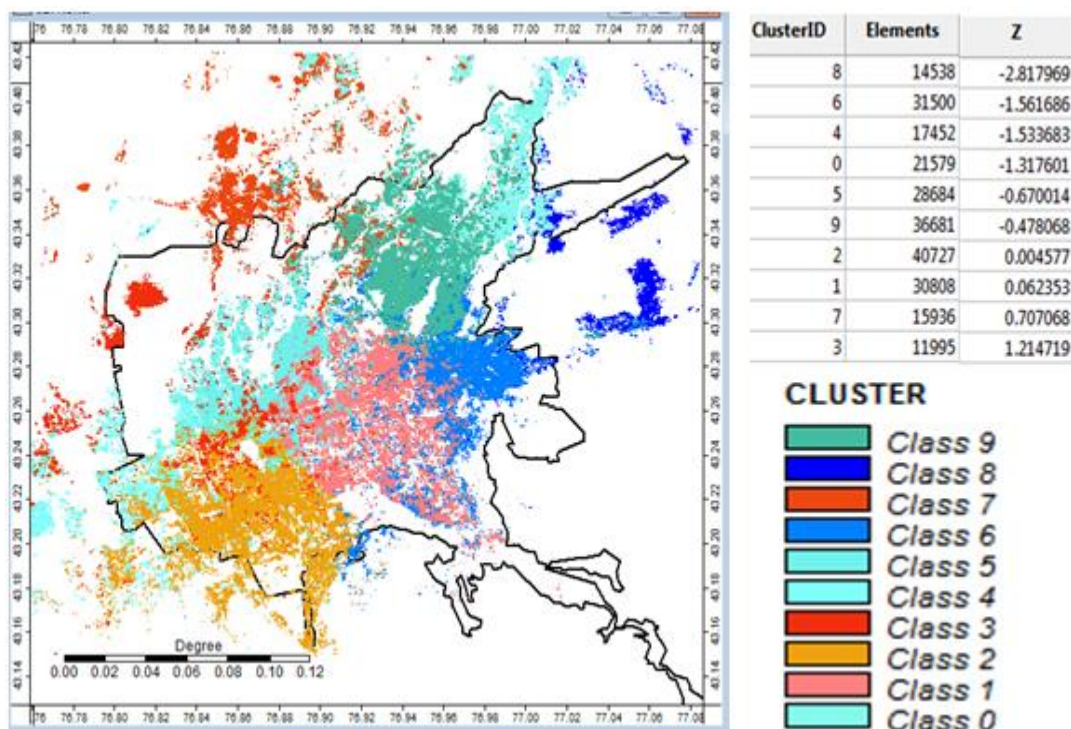


Рисунок 3 – Кластерный анализ вертикальных движений территории г. Алматы

Таким образом, ГИС анализ радарных сцен техногенно нагруженных территорий, а также территорий с высокой плотностью застройки промышленными и гражданскими объектами дает очень важные и практические результаты об активности деформаций и их пространственном распределении. Применение точечного анализа позволяет получить информацию не только о пространственном распределении деформаций, но во времени.

Результаты подобных исследований уникальны, так как дают количественные оценки скоростей протекания геодинамических процессов в пространственных масштабах от десятков до нескольких сот квадратных километров.

Выводы. С использованием современных ГИС-технологий построены карты долговременных смещений на урбанизированных территориях. При учете величин сезонных смещений удалось выделить подвижки земной поверхности, связанные с техногенными факторами (рисунок 3). Очевидно, что технологии обработки пространственных данных (геоинформационные системы и комплексы обработки данных ДЗ) являются ключевыми компонентами предложенной методики

Работа выполнена по РБП 076 «Разработать методы математического моделирования деформационных процессов верхней части разреза земной коры урбанизированных территорий на основе данных дистанционного зондирования Земли».

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Richards M. A. Beginner's Guide to Interferometric SAR Concepts and Signal Processing, IEEE Aerospace and Electronic Systems Magazine, 2007, Vol.22, №9. – P. 78-84.
- [2] Ferretti., Prati C., Rocca F. Nonlinear subsidence rate estimation using permanent scatterers in differential SAR interferometry, Geoscience and Remote Sensing, IEEE Transactions, –2000., Vol. 38, №5, Part 1. – P.2202–2212.
- [3] Волгина А.И. Отражение современных геодинамических процессов в гравитационном поле. // Активные геологические и геофизические процессы в литосфере. Методы, средства и результаты изучения: материалы XII международной конференции 18-23 сентября 2006 года. – С. 120-122.
- [4] Лысков И.А., Мусихин В.В. Мониторинг деформационных процессов земной поверхности методами радарной интерферометрии, Вестник Пермский ГТУ
- [5] Чернова И.Ю., Нугманов И.И., Лунева О.В., Даутов А.Н. Применение ГИС при исследовании современных геодинамических процессов. Казанский (Приволжский) федеральный университет УДК 550.814, 004.9
- [6] Тимуш А.В. Горообразование – ключевая проблема сейсмотектоники // Геология Казахстана, Алматы: Гылым, 2004. –С.394-402
- [7] Гарагаш И.А., Паталаха Е.И. Приразломное смятие (сдвиговое течение) и складкообразование, Геотектоника, №6, 1990.
- [8] Куликов К.Т. Карта современной тектонической обстановки на территории г. Алматы
- [9] Kuzmin Yu. O Recent geodynamics of fault zones: faulting in real time scale. Geodynamics & Tectonophysics 5 (2), 401–443. doi:10.5800/GT-2014-5-2-0135. 2014
- [10] Wetzel H.-U., Walter T.R. Land Subsidence pattern controlled by old alpine basement faults in the Kashmar Valley, Northeast Iran: results from InSAR and leveling, J. Anderssohn. – 2008. №174. – P.287-294.
- [11] Chester F., Evans J., Biegel R. Internal structure and weakening mechanisms of the San Andreas fault. J. Geoph. Res., v. 98, B1, 1993, p.771–786
- [12] Zhantaev Zh., Bibosinov A., Nurakynov S. Monitoring vertical surface deformation over a hydrocarbon reservoir by SBAS-DinSar // International Symposium & Exhibition on Geoinformation (ISG) // Universiti Teknologi Malaysia (UTM) Kuala Lumpur, Malaysia 24-25
- [13] Кантемиров Ю.И. Космический мониторинг смещений земной поверхности на месторождениях Кандым и Гумбулак Республики Узбекистан по данным космических радарных съемок // Геоматика. 2011. № 1. С.72–79.
- [14] Жантаев Ж.Ш., Фремд А.Г., Нуракынов С.М. Космический радарный мониторинг смещений земной поверхности над нефтегазовым месторождением Тенгиз, Geomatics, vol. 1, декабрь 2012
- [15] Costantini M., Falco S., Malvarosa F., Minati F. A new method for identification and analysis of persistent scatterers in series of SAR images // Proc. Int. Geoscience Remote Sensing Symp. (IGARSS), Boston MA, USA. –P.449-452.
- [16] Чернова И.Ю. Кадыров Р.И. Компьютерная обработка микрофотографий шлифов карбонатных пород с целью изучения микроструктур и коллекторских свойств продуктивных пластов // ArcGIS ВОБЛАКЕНЗ (54) 2010 г.
- [17] Getis Arthur, J.K. Ord. "The Analysis of Spatial Association by Use of Distance Statistics." Geographical Analysis 24, № 3. 1992.
- [18] Mitchell Andy. The ESRI Guide to GIS Analysis, Volume 2. ESRI Press, 2005

REFERENCES

- [1] Richards M.A. Beginner's Guide to Interferometric SAR Concepts and Signal Processing, IEEE Aerospace and Electronic Systems Magazine, 2007, Vol.22, №9. – P. 78-84.
- [2] Ferretti., Prati C., Rocca F. Nonlinear subsidence rate estimation using permanent scatterers in differential SAR interferometry, Geoscience and Remote Sensing, IEEE Transactions, –2000., Vol. 38, №5, Part 1. – P.2202–2212.

- [3] Reflection of modern geodynamic processes in a gravitational field. // Active geological and geophysical processes in the lithosphere. The methods, tools and results of the study: Materials of the XII International Conference 18-23 September 2006. - p. 120-122. (in Russ.).
- [4] Lyskov I.A. Monitoring of deformation processes of the Earth's surface radar interferometry techniques, Bulletin of Perm State Technical University (in Russ.).
- [5] Chernova I.Y., Nugmanov I.I., Lunev O.V., Dautov A.N. Application of GIS in the study of modern geodynamic processes. Kazan (Volga) Federal University UDC 550,814 (in Russ.).
- [6] Timush A.V. Mountain building - a key issue of seismotectonics, Geology of Kazakhstan. Reports to the XXXII Geological Congress. Almaty: Science, 2004. - p.394-402
- [7] Garagash I.A., Patalha E.A. By the fault collapse (shear flow), and folding, Geotectonics. №6, 1990 (in Russ.).
- [8] Kulikov K.T. Map of modern tectonic situation on the territory of Almaty.
- [9] Kuzmin Yu.O. Recent geodynamics of fault zones: faulting in real time scale. Geodynamics & Tectonophysics 5 (2), 401-443. doi:10.5800/GT-2014-5-2-0135. 2014 (in Russ.).
- [10] Wetzel H.-U., Walter T.R. Land Subsidence pattern controlled by old alpine basement faults in the Kashmar Valley, Northeast Iran: results from InSAR and leveling, J. Anderssohn. - 2008. № 174. - P.287-294.
- [11] Chester F., Evans J., Biegel R. Internal structure and weakening mechanisms of the San Andreas fault. J. Geoph. Res., v. 98, B1, 1993, p.771-786.
- [12] Zhantaev Zh., Bibosinov A., Nurakynov S. Monitoring vertical surface deformation over a hydrocarbon reservoir by SBAS-DinSar, International Symposium & Exhibition on Geoinformation (ISG) // University of Technology of Malaysia (UTM) Kuala Lumpur, Malaysia 24-25 September 2013.
- [13] Kantemirov J. Space radar monitoring of displacements and deformations of the earth's surface and structures, HeraldSibSAU, №5(51), 2013 (in Russ.).
- [14] Zhantaev Zh., Fremd A., Nurakynov S. Space radar monitoring Earth surface displacements over the Tengiz oil and gas field, Geomatics, vol. 1, December 2012 (in Russ.).
- [15] Costantini M., Falco S., Malvarosa F., Minati F. A new method for identification and analysis of persistent scatterers in series of SAR images // Proc. Int. Geoscience Remote Sensing Symp. (IGARSS), Boston MA, USA. -P.449-452.
- [16] Chernova I.Yu., Kadyrov R.I. Computer processing micrographs of thin sections of carbonate rocks in order to study the microstructure and reservoir properties of productive strata // ArcGIS in the cloud N3 (54) 2010.
- [17] Getis Arthur, J.K. Ord. "The Analysis of Spatial Association by Use of Distance Statistics." Geographical Analysis 24, № 3. 1992.
- [18] Mitchell A. The ESRI Guide to GIS Analysis, Volume 2. ESRI Press, 2005.

АЛМАТЫ Қ. АЙМАҒЫНЫҢ ҚАЗІРГІ ГЕОДИНАМИКАЛЫҚ ҮРДІСТЕРІН ГЕОАҚПАРАТТЫҚ ТАЛДАУ

**Ж. Ш. Жантаев, А. Ж. Бибосінов, А. А. Қалдыбаев,
В. Е. Жүнісбекова, С. М. Нұрақынов**

ЕЖШС «Ионосфера институты» АҚ «Ғарыштық зерттеулер мен технологиялар ұлттық орталығы»,
Алматы, Қазақстан

Тірек сөздер: географиялық ақпараттыр жүйесі, жерді арақашықтықтан зерделеу, радарлық интерферометрия, жер бедерінің ауытқулары, кластерлік талдау.

Анотация. Жұмыста қазіргі геодинамиканы талдауда және анықтауда ҒАЖ технологиясы мен ЖАЗ мәліметтерінің тиімділігін көрсетіледі. Сонымен қатар, Аламаты қ. жер қыртысының қазіргі қозғалыстары жайлы жаңа мағлұматтар алынған.

Алматы қ. жер қыртысы блоктарының шекарасы болып табылатын тектоникалық жарылымдар картасы құрастырылды. Бұл жарылымдар шамасы аз жер сілкінісі кезінде қозғалуы мүмкін. Осыған орай қазіргі таңда Алматы қ. құрлысы қарқындап салынып жатқан кезде бұл тектоникалық жарылымдар көкей кесті мәселенің бірі болып отыр. Жарылымдар бір қалыпты орналаспауы жер сілкініс қаупін арттыра түсіруі мүмкін.

Қалалық инфраструктураның қарқындап дамып тұрған кезінде жер бетінің геодинамикалық үрдістерін ҒАЖ технологиясымен талдау жанашыл әдістердің бірі болып табылады.

Поступила 03.11.2015 г.

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

PHYSICO-MATHEMATICAL SERIES

ISSN 1991-346X

Volume 6, Number 304 (2015), 34 – 39

**CALCULATION THE STRESS-STRAIN STATE PARAMETERS
OF THE EARTH'S CRUST ON THE KAZAKHSTAN TERRITORY
USING SATELLITE GPS-DATA**

Zh. Zhantayev, A. Bibossinov, B. Torybayev

LPP "Institute of Ionosphere", JSC "NCSRT", Almaty, Kazakhstan.

E-mail: baljigit2011@gmail.com

Keywords: GPS-station, displacement vector, strain tensor, stress tensor, the stress-strain state, Earth's surface displacement, modeling.

Abstract. Processes occurring in the Earth's crust are accompanying by a change in its state of stress. The relevance of studying of the Earth's crust stress state to solve various geological problems is evident. The necessity for the setting of such studies within Central Asia and Kazakhstan territory is driven by the revision of the basic concepts of the region evolution. First of all, this is a new understanding of the geodynamics, seismicity and Earth's crust structure, the conditions of formation and distribution of minerals. All marked processes are interrelated somehow and embodied in stress fields. The result of the stress state is a manifestation of the dynamics of interior. Therefore, if we go from the reverse, i.e. explore geodynamics, and then based on it investigate the stress-strain state (SSS), the knowledge of this processes is leading to the understanding of SSS genesis. Initial data for the construction of SSS maps covering the territory of Kazakhstan is GPS-station's data of the Central Asian Region (CAR).

**РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО
СОСТОЯНИЯ ЗЕМНОЙ КОРЫ ТЕРРИТОРИИ КАЗАХСТАНА
ПО СПУТНИКОВЫМ GPS-ДАНЫМ**

Ж. Ш. Жантаев, А. Ж. Бибосинов, Б. С. Торыбаев

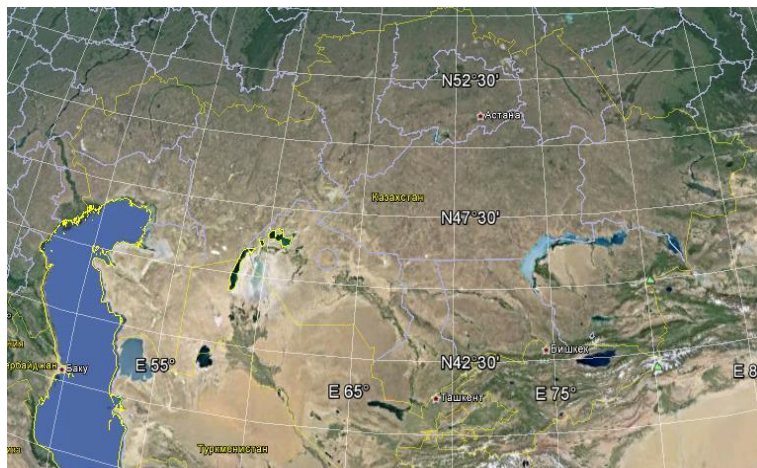
ДТОО «Институт ионосферы» АО «Национальный центр космических исследований и технологий»,
Алматы, Казахстан

Ключевые слова: GPS-станций, вектора смещений, тензора деформации, тензора напряжений, напряженно-деформированное состояние, смещения земной поверхности, моделирование.

Аннотация. Процессы, происходящие в земной коре, сопровождаются изменением ее напряженного состояния. Актуальность изучения напряженно-деформированного состояния земной коры для решения различных геологических задач очевидна. Необходимость постановки таких исследований в пределах Центральной Азии и, в частности, по территории Казахстана, диктуется пересмотром основополагающих концепций развития указанного региона. Прежде всего, это новые представления о геодинамике, сейсмичности, структуре земной коры, условиях формирования и размещения полезных ископаемых. Все отмеченные процессы, будучи взаимосвязанными, так или иначе, находят отражение в полях напряжений. Результатом напряженного состояния являются проявления динамики недр. Поэтому, если идти от обратного, т.е. исследовать геодинамику, а потом на ее основе - напряженно-деформированного состояния (НДС), то можно подойти к исследованию процессов, приводящих к возникновению НДС. Исходными данными для построения карт НДС, охватывающие территорию Казахстана, служили GPS-станций Центрально-Азиатского региона (ЦАР).

Введение. В основе представлений о природном напряжённо-деформированном состоянии недр Земли лежат гравитационная теория и тектонические процессы, изменяющие данное исходное состояние. Дрейф континентов, погружение фронтальных частей плит литосферы в верхнюю мантию, вертикальные движения земной коры являются главным механизмом изменения природного напряжённого состояния недр и отражают эволюцию этого природного феномена [1-3]. Тектонические движения представляют единую динамическую систему перемещающихся объёмов горных пород, в которой геомеханические процессы зависят от масштаба вовлечённых объёмов земной коры и фактора времени. Они сопровождаются сжатием или растяжением массива горных пород и определяют сейсмичность и деформирование недр. Фундаментальные работы в области геологии и геомеханики показали, что существует не только рост напряжений с глубиной, но и наблюдается повышенная концентрация их в окрестности неоднородностей различной природы: разрывов, блоков, включений, узлов складчатости и т.п. Крупные геологические нарушения происходят либо путём сдвига, либо путём отрыва и представляют собой зоны со сложным строением. Внутри разлома горные породы раздроблены, обладают повышенной трещиноватостью и пониженной прочностью, ведут себя как вязкая среда. Нестационарные процессы в зонах тектонических разломов в настоящее время малоизучены. Вместе с тем они имеют важное значение при прогнозировании разрушения породных массивов, для расчёта движения массивов блочной структуры, формирования природного поля напряжений и контроля сейсмической активности геологической среды [4-14].

Исходные данные. Исходными данными для разработки карт НДС служили данные от GPS-измерений.



а

Long	Lat	E & N km/s	E & N mm/y	SITE
120.987	54.798	16.83	-19.10	TOMI_GPS
120.987	54.798	15.20	-20.87	TSMI_GPS
104.316	52.219	8.13	1.84	IRAKI_GPS
104.316	52.219	9.26	0.01	IRAKI_GPS
83.225	54.941	-4.20	30.80	NOVM_GPS
83.909	55.031	-4.05	7.04	NOVM_GPS
78.521	57.417	16.29	26.81	HYDE_GPS
78.408	43.027	3.53	1.09	SATY_GPS
78.373	43.529	3.83	2.17	CHIKI_GPS
77.653	43.309	11.19	16.72	TURGO_GPS
77.570	53.021	16.91	26.62	IBSC_GPS
77.017	43.179	0.18	1.43	BELE_GPS*
76.998	43.824	2.55	13.29	CHSHI_GPS
76.944	43.042	0.70	-6.45	TSHEI_GPS
76.796	43.229	2.19	-3.24	NKAM_GPS
76.610	43.028	3.32	3.24	IZVTS_GPS
76.427	43.130	2.41	0.31	MATYS_GPS
76.338	43.888	1.84	-1.02	KURYI_GPS
75.947	43.040	6.38	3.63	KASTI_GPS
74.751	42.999	3.83	-9.33	CHUMI_GPS
74.694	42.680	-1.76	2.87	POLI_GPS*
66.885	39.135	5.04	-1.99	KITI_GPS
51.334	33.697	13.86	4.43	TEHEI_GPS
44.503	40.228	-0.49	7.24	NSSP_GPS
36.239	50.005	-11.62	2.54	KHAR_GPS
33.991	44.443	-6.00	-13.10	CRACI_GPS
13.046	52.379	-9.18	2.99	POTSI_GPS

б

Рисунок 1 – а) исследуемый регион–область (40°N-55°N) С.Ш., (46°E-88°E) В.Д., охватывающий всю территорию Казахстана; б) итоговая таблица скоростей относительно Евразийского континента за 2014 г.

Итоговая таблица скоростей служит для построения карт смещений, в дальнейшем мы используем для определения НДС.

Методы

Определение тензора деформации от вектора смещения. Вектор перемещения

$$u(P) = P - P^*, \text{ здесь } \vec{u} = \begin{bmatrix} u \\ v \\ w \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} x^* \\ y^* \\ z^* \end{bmatrix} \quad (2.1)$$

здесь $u(P)$ – смещение пород.

После определения компонентов деформации, в трёхмерном пространстве, мы определяем компоненты трёхмерного тензора деформации ϵ :

$$\varepsilon = \begin{bmatrix} \varepsilon_{xx} & \varepsilon_{xy} & \varepsilon_{xz} \\ \varepsilon_{yx} & \varepsilon_{yy} & \varepsilon_{yz} \\ \varepsilon_{zx} & \varepsilon_{zy} & \varepsilon_{zz} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{\partial u}{\partial x} & \frac{1}{2} \left(\frac{\partial u}{\partial y} + \frac{\partial v}{\partial x} \right) & \frac{1}{2} \left(\frac{\partial u}{\partial z} + \frac{\partial w}{\partial x} \right) \\ \frac{1}{2} \left(\frac{\partial u}{\partial y} + \frac{\partial v}{\partial x} \right) & \frac{\partial v}{\partial y} & \frac{1}{2} \left(\frac{\partial v}{\partial z} + \frac{\partial w}{\partial y} \right) \\ \frac{1}{2} \left(\frac{\partial u}{\partial z} + \frac{\partial w}{\partial x} \right) & \frac{1}{2} \left(\frac{\partial v}{\partial z} + \frac{\partial w}{\partial y} \right) & \frac{\partial w}{\partial z} \end{bmatrix} \quad (2.4)$$

Как и в двумерном случае, матрица деформации равна симметричной части градиента смещения ∇u , компоненты которого являются частными производными смещений относительно трёх координат, то есть [17],

$$\varepsilon = \text{sym}(\nabla u) \equiv \frac{1}{2} [\nabla u + (\nabla u)^T] \quad (2.5)$$

$$\nabla u = \begin{bmatrix} \frac{\partial u}{\partial x} & \frac{\partial u}{\partial y} & \frac{\partial u}{\partial z} \\ \frac{\partial v}{\partial x} & \frac{\partial v}{\partial y} & \frac{\partial v}{\partial z} \\ \frac{\partial w}{\partial x} & \frac{\partial w}{\partial y} & \frac{\partial w}{\partial z} \end{bmatrix} \quad (2.6)$$

Физический смысл в том, диагональные компоненты ε_{ii} описывают удлинение или сжатие, остальные шесть ε_{ij} компоненты деформации сдвига описывает вращение тела как целого [20].

Определение тензора напряжения от тензора деформации. В изотропной среде взаимосвязь между вертикальным напряжением и вертикальной деформацией является таким же, как между горизонтальным напряжением и горизонтальной деформацией и т.д. Важным следствием свойств изотропии в том, что главные оси деформации должны совпадать с главными осями напряжения.

$$\sigma = \begin{bmatrix} \sigma_{xx} & \sigma_{xy} & \sigma_{xz} \\ \sigma_{yx} & \sigma_{yy} & \sigma_{yz} \\ \sigma_{zx} & \sigma_{zy} & \sigma_{zz} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} (\lambda + 2G)\varepsilon_{xx} + \lambda\varepsilon_{yy} + \lambda\varepsilon_{zz} & 2G\varepsilon_{xy} & 2G\varepsilon_{xz} \\ 2G\varepsilon_{yx} & \lambda\varepsilon_{xx} + (\lambda + 2G)\varepsilon_{yy} + \lambda\varepsilon_{zz} & 2G\varepsilon_{yz} \\ 2G\varepsilon_{zx} & 2G\varepsilon_{zy} & \lambda\varepsilon_{xx} + \lambda\varepsilon_{yy} + (\lambda + 2G)\varepsilon_{zz} \end{bmatrix} \quad (2.7)$$

значение упругих параметров изотропного материала E , K , и ν в терминах λ и G определяется следующим образом:

$$\lambda = \frac{E\nu}{(1+\nu)(1-2\nu)} G = \frac{E}{2(1+\nu)}, K = \frac{E}{3(1-2\nu)}; \quad (2.8)$$

здесь λ – параметр Ламе, E – модуль упругости (Юнга); ν – коэффициент Пуассона; K – модуль объёмного расширения, модуль сдвига G – коэффициент пропорциональности между касательными напряжениями и напряжениями сдвига (МПа) [15].

Физический смысл в том, что одинаковой особенностью тензоров напряжений и деформаций является то, что они зависят не только от самого тела, но и от воздействия на него. Тензор напряжений характеризует силу, действующую на тело от собственного веса породы [18].

Определение главных напряжений от тензора деформации и напряжений. Для нормальных и касательных напряжений, действующих на плоскости, единичный вектор внешней нормали вращается против часовой стрелки от оси x на угол θ :

$$\sigma = \frac{1}{2}(\sigma_{xx} + \sigma_{yy}) + \frac{1}{2}(\sigma_{xx} - \sigma_{yy})\cos 2\theta + \sigma_{xy}\sin 2\theta \quad (2.9)$$

для нормального напряжения, описанного в (2.9), можно взять

$$\sigma = \frac{1}{2}(\sigma_{xx} - \sigma_{yy}) \pm \left[\sigma_{xy}^2 + \frac{1}{4}(\sigma_{xx} - \sigma_{yy})^2 \right]^{-1/2}. \quad (2.10)$$

Уравнение (2.10) определяет два нормальных напряжений σ_1 и σ_2 , которые, как известно, как главных нормальных напряжений, или просто главные напряжения. Если принять $\sigma_1 \geq \sigma_2$, то тогда знак (+) в (2.10) связано с σ_1 , то есть,

$$\sigma_1 = \frac{1}{2}(\sigma_{xx} + \sigma_{yy}) + \left[\sigma_{xy}^2 + \frac{1}{4}(\sigma_{xx} - \sigma_{yy})^2 \right]^{1/2} \tag{2.11}$$

$$\sigma_2 = \frac{1}{2}(\sigma_{xx} + \sigma_{yy}) - \left[\sigma_{xy}^2 + \frac{1}{4}(\sigma_{xx} - \sigma_{yy})^2 \right]^{1/2} \tag{2.12}$$

здесь, σ_1 – максимальное напряжение, σ_2 – минимальное напряжение.

Эти два главные нормальные напряжения не только различно действует на точках, на которых нет сдвига, но и также максимальные и минимальные напряжения, которые действует на любых плоскостях [16].

Физический смысл: нормальное напряжение – появляется, когда точки стремятся отдалиться (растяжения) друг от друга либо, напротив, сблизиться (сжатия); *касательные напряжения* - связаны со сдвигом частиц породы по плоскости рассматриваемого сечения [19].

Известные входные механические параметры для определения НДС по территории Казахстана. Радиус земли – $R_E = 6\,371\,302$ м, гравитационный параметр – $g = 9.82$ м/с², плотность породы – $\rho_{cp} = 2775$ кг/м³, коэффициент Пуассона (характеризующем упругие свойства породы) – $\nu_{cp} = 0.26$, модуль объемной упругости – $K = 69.1 \cdot 10^9$ Па, от синего цвета к красному – возрастающий. Синий цвет – оседания, зеленый цвет – стабильные участки, красный цвет – поднятия.

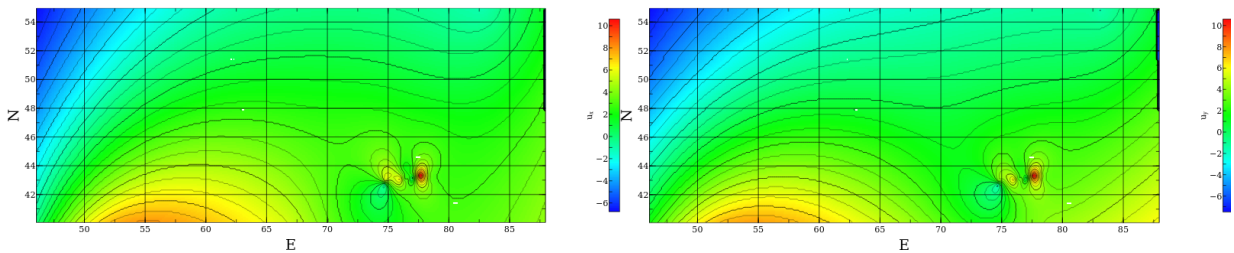


Рисунок 2 – Распределение смещений земной поверхности территории Казахстан по спутниковым данным за 2011-2014 гг.

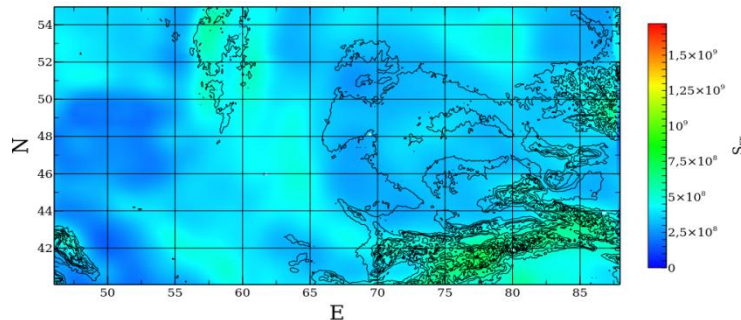


Рисунок 3 – Распределение параметров напряженно-деформированного состояния земной коры от собственного веса по территории Казахстан, Па

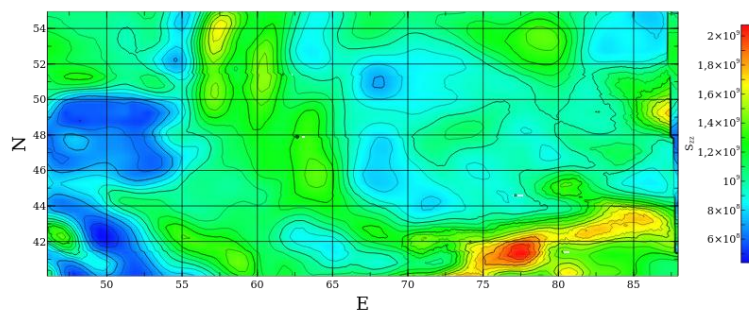


Рисунок 4 – Распределение параметров потенциальной энергии поверхности от собственного веса по территории Казахстана, Дж

Выводы. Получены трехмерные распределения параметров напряженно-деформированного состояния (НДС) различных масштабов, в зависимости от рельефа, геомеханических свойств пород, геодинамических процессов. Разработана методика и программное обеспечение для компьютерного моделирования геодинамических процессов, происходящих в земной коре, на основе данных геодезического мониторинга с применением современных ГИС-технологий, позволяющее выявлять и оценивать сейсмически активные зоны путем построения карт районирования по данным геомеханического моделирования.

Научная новизна работы заключается в комплексном использовании GPS-данных для оценки напряженно-деформированного состояния (НДС) земной коры сейсмически опасных районов по территории Казахстана и разработке программно-математического обеспечения выявления критических зон геодинамически активных территорий, которое позволило оценить сейсмичность земной коры по ее геомеханическим условиям.

Результаты работы непосредственно используются для введения геодинамического мониторинга, определения напряженно-деформированного состояния (НДС) земной коры территории Казахстана.

Работа выполнена по программе 101 «Грантовое финансирование научных исследований» в рамках темы «Создание геоинформационной системы на базе спутниковых технологий по исследованию земной коры территории Казахстана» (Грант 0076/ГФ4, Регистрационный номер (РН) 0115PK00396).

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Сила тяжести и тектоника./Под ред. К.А. Де Джонга и Р. Шолтена. – М.: Мир, 1976.- 504 с.
- [2] Косыгин Ю.А. Тектоника. – М.: Недра, 1983. - 536 с.
- [3] Артюшков Е.В. Физическая тектоника. – М.: Наука, 1993. - 454 с.
- [4] Влох Н.П. Управление горным давлением на подземных рудниках. – М.: Недра, 1994. – 207 с.
- [5] Петухов И.М., Линьков А.М. Механика горных ударов и выбросов. – М.: Недра, 1983. – 280 с.
- [6] Булат А.Ф., Хохолов В.К. Геофизический контроль массива при отработке угольных пластов. – Киев: Наукова думка, 1990. – 168 с.
- [7] Зубков А.В. Геомеханика и геотехнология. – Екатеринбург: УрОРАН, 2001. – 335 с.
- [8] Марков Г.А., Савченко С.Н. Напряжённое состояние пород и горное давление в структурах гористого рельефа. – Ленинград: Наука, 1984. – 138 с.
- [9] Курленя М.В. Результаты экспериментальных исследований напряжённого состояния угольных массивов Кузбасса // Напряжённое состояние земной коры. – М.: Наука, 1973. С. 128-134.
- [10] Курленя М.В., Ерёменко А.А., Шрепп Б.В. Геомеханические проблемы разработки железорудных месторождений Сибири. – Новосибирск: Наука, 2001. – 184 с.
- [11] Природа и методология определения тектонических напряжений в верхней части земной коры. – Апатиты: АН СССР, 1982. – 146 с.
- [12] Управление горным давлением в тектонически напряжённых массивах. – Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 1996. Части: I – 159 с., II – 162 с.
- [13] Hast N. The Measurement of Rock Pressure in Mines. – Sveriges Geologiske Undersokning, Serie C. Arsbok, 1958. – 52. - №3. - P. 183.
- [14] Мюллер Л. Инженерная геология, механика скальных массивов. М.: Мир, 1971. – 256 с
- [15] Jaeger J. C., Cook N. G.W. Zimmerman R. W. Fundamentals of Rock Mechanics. – 4th ed. – Blackwell Publishing, 2007. – P.360.
- [16] Ставрогин А.Н., Протесеня А.Н. Пластичность горных пород. М.: Недра, 1979. -300 с.
- [17] Аменадзе Ю.А. Теория упругости. М.: Высшая школа, 1976.-272 с.
- [18] http://dssp.petrus.ru/p/tutorial/ft/Part4/part4_1.htm
- [19] <http://referatman.ru/downloadjob.html>
- [20] <http://nature.web.ru/db/msg.html?mid=1164708&uri=lect1-1.html>

REFERENCES

- [1] The gravity and tectonics. Ed. K.A. De Jonga and Robert Scholten. M.: Mir, 1976. 504 p.
- [2] Kosygin Y.A. Tectonics. M.: Nedra, 1983. 536 p. (in Russ.).
- [3] Artyushkov E.V. Physical tectonics. M: Nauka, 1993. 454 p. (in Russ.).
- [4] Vlokh N.P. Management of rock pressure in underground mines.-M.: Nedra, 1994.-207 p.(in Russ.).
- [5] Petukhov I.M., Linkov A.M. The mechanics of rock bursts and releases. M.: Nedra, 1983. 280 p. (in Russ.).
- [6] Bulat A.F., Chocholyov V.K. Geophysical control array when mining coal seams. Kiev: Naukova Dumka, 1990. 168 p. (in Russ.).
- [7] Zubkov. Geomechanics and geotechnology. Yekaterinburg, Ural Branch of Russian Academy of Sciences, 2001. 335 p. (in Russ.).

- [8] Markov G.A., Savchenko S.N. Stress state of rocks and rock pressure in the structures of the mountainous terrain. Leningrad: Nauka, 1984. 138 p. (in Russ.).
- [9] Kurlenya M.V. The results of experimental studies of the stress state of Kuzbass coal arrays. Stress state of the Earth's crust. M.: Science, 1973, pp. 128-134. (in Russ.).
- [10] Kurlenya M.V., Eremenko A.A., Shrepp B.V. Geomechanical problems of development of iron ore deposits in Siberia. Novosibirsk: Nauka, 2001. 184 p. (in Russ.).
- [11] The nature and the methodology for determining the tectonic stress in the upper crust. - Apatity: USSR Academy of Sciences, 1982. 146 p. (in Russ.).
- [12] Management of mountain pressure in tectonically intense arrays. Apatity of KSC, 1996. Part: I – 159 pp. II – 162 p. (in Russ.).
- [13] Hast N. The Measurement of Rock Pressure in Mines. Sveriges Geologiske Undersokning, Serie C. Arsbook, 1958. 5, №3. P. 183.
- [14] Mueller L. Engineering geology, rock mechanics arrays. Moscow: Mir, 1971. 256 pp. (in Russ.).
- [15] Jaeger J.C., Cook N.G.W., Zimmerman R.W. Fundamentals of Rock Mechanics. - 4th ed. - Blackwell Publishing, 2007. 360 p.
- [16] Stavrogin A.N., Protesenya A.N. Plasticity mountain stock's. M.: Nedra, 1979. 300 p. (in Russ.).
- [17] Amenadze Y.A. The theory of elasticity. M.: Higher School, 1976. 272 p. (in Russ.).
- [18] http://dssp.petrso.ru/p/tutorial/ft/Part4/part4_1.htm
- [19] <http://referatman.ru/downloadjob.html>
- [20] <http://nature.web.ru/db/msg.html?mid=1164708&uri=lect1-1.html>

СЕРИКТИК GPS-МӘЛІМЕТТЕРДІ ҚОЛДАНА ОТЫРЫП ҚАЗАҚСТАН ТЕРРИТОРИЯСЫНДАҒЫ ЖЕР ҚЫРТЫСЫНЫҢ КЕРНЕУЛІ–ДЕФОРМАЦИЯЛЫ КҮЙІНІҢ (ҚДК) ПАРАМЕТРЛЕРІН ЕСЕПТЕУ

Ж. Ш. Жантаев, А. Ж. Бибосинов, Б. С. Торыбаев

«Институт ионосферы» ЕЖШС, «Ұлттық ғарыштық зерттеулер мен технологиялар орталығы» АҚ,
Алматы, Қазақстан

Тірек сөздер: GPS-станциялар, ығысу векторы, деформация тензоры, кернеу тензоры, кернеулі-деформациялы күйі, жер бетінің ығысуы, пішімдеу.

Аннотация. Жер қыртысында болып жатқан процестер, оның кернеулі-деформациялы күйімен тікелей байланысты. Геологиялық есептерді қарастырғанда жер қыртысының кернеулі-деформациялы күйін зерттеу өзектілігі айқын көрініс табады. Орталық Азия соның ішіндегі Қазақстан аймағына қатысты аталған есептің қойылуы, аймақ дамуының негізгі концепциясын құрайтын, геологиялық құрамын қарастыру мәселесінен туындап отыр. Ең алдымен бұл жаңа зерттеулер жер қыртысының геодинамикалық, сейсмикалық құрылысының қалыптасуы мен ондағы пайдалы қазбалар кенінің орналасуын анықтау мәселесіне байланысты болып отыр. Аталған процестер өзара тығыз байланыста болып, соңғы зерттеу мәселесі жер қыртысында болып жатқан кернеудің өзгерісін зерттеуге апарады. Кернеулі-деформациялы күйдің көрінуі нәтижесі жер қойнауының динамикасының өсуіне байланысты болып отыр. Сондықтан, біз кері есепті қарастырсақ, яғни жер қойнауының динамикасын бақылап, соның негізінде оның кернеулі-деформациялы күйінің (ҚДК) қалай пайда болатынын зерттесек, ҚДК-ның қалай пайда болатынын анықтау оңай болатын еді. Қазақстан аймағын қамтитын ҚДК картасын құрудың негізгі бастапқы мәліметтерін Орталық Азия аумағында (ОАА) орналасқан GPS-станциялардан аламыз.

Поступила 03.11.2015 г.

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

PHYSICO-MATHEMATICAL SERIES

ISSN 1991-346X

Volume 6, Number 304 (2015), 40 – 46

THE MULTI-FREQUENCY PROPERTIES OF ANTENNAS BASED ON FRACTAL STRUCTURES

A. K. Imanbayeva, A. A. Temirbayev, T. A. Namazbayev, S. A. Khohlov

IETP, Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan.

E-mail: amirkhan.temirbayev@kaznu.kz

Key words: fractal antennas, Sierpinski triangle (fractal), Minkowski fractal, S-parameter, Ansoft HFSS, computer modelling.

Abstract. Fractal antennas are multiband and can be used to operate simultaneously on multiple frequencies without signal amplification. They are also compact. The aim of this work is to study and analyze a variety of dishes based on fractals, as well as analysis of the influence of the substrate on the properties considered fractal antennas. In this article we used a modified Sierpinski fractal, and Minkowski fractal. Fractal antennas have previously been modeled in the package Ansoft HFSS. We have considered the steps of computer modeling of fractal antenna. In the simulation, we selected several primary iteration of fractals. For modified Sierpinski fractal was chosen the first three iterations, and for fractal Minkowski chose the first two iterations. We have shown the frequency distribution, as well as reducing or increasing the power of the individual resonances depending on the substrate material, i.e, the value of the dielectric constant.

The results showed that the fractal antennas have a multifrequency properties, i.e. antennas may operate at multiple frequency bands. The results indicate the competitiveness of fractal antennas.

УДК 621.396.67.012.12

МНОГОЧАСТОТНОЕ СВОЙСТВО АНТЕНН НА ОСНОВЕ ФРАКТАЛЬНЫХ СТРУКТУР

А. К. Иманбаева, А. А. Темирбаев, Т. А. Намазбаев, С. А. Хохлов

НИИЭТФ, Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Алматы, Казахстан

Ключевые слова: фрактальная антенна, треугольник Серпинского (фрактал), фрактал Минковского, S-параметр, Ansoft HFSS, компьютерное моделирование.

Аннотация. Фрактальные антенны являются многодиапазонными и могут быть использованы для работы одновременно на нескольких частотах без усиления сигналов. Они также являются компактными. Целью данной работы является исследование и анализ антенн на основе различных фракталов, а также анализ влияния подложки на свойства рассмотренных фрактальных антенн. В работе были использованы модифицированный фрактал Серпинского и фрактал Минковского. Моделирование антенн на основе фрактальных структур производилась в программном пакете Ansoft HFSS. Рассмотрены этапы компьютерного моделирования фрактальной антенны. При моделировании были выбраны несколько начальных итерации фракталов. Для модифицированного фрактала Серпинского были выбраны первые три итерации, а для

фрактала Минковского – первые две итерации. Была показана зависимость распределения частот, а также уменьшение или увеличения мощности отдельных резонансов в зависимости от подложки материала, т.е. от значения диэлектрической проницаемости.

Полученные результаты показали, что фрактальные антенны имеют свойства многочастотности, т.е. антенны могут работать на нескольких частотных диапазонах. Полученные данные показывают конкурентоспособность фрактальных антенн.

Введение. Антенны являются неотъемлемой частью коммуникационных систем. В развитии беспроводных систем связи для антенн должны быть свойственны следующие характеристики: широкополосность и сверхширокополосность, широкая диаграмма направленности и минимальные размеры для конструкции. Однако решать эти задачи приходится в условиях ограниченности основных ресурсов, таких как спектр и мощность. Так как все больше и больше устройств становятся мобильными, технология будущего столкнется с проблемой перегрузки спектра, и основной задачей станет обеспечение сосуществования различных беспроводных устройств. Таким образом, учитывая ограниченный доступный диапазон частот, удовлетворение спроса на более высокие пропускную способность и скорости передачи представляет собой актуальную задачу, требующую технических решений, совместимых с устройствами, работающих в различных частотных диапазонах.

В этой связи, при разработке современных систем связи остро стоит вопрос выбора типа эффективной антенной системы, обеспечивающей заданные характеристики в рабочем диапазоне частот. Вышеуказанные задачи могут решать фрактальные антенны, приобретающие в последнее время популярность благодаря своей компактности и многодиапазонности. Однако теория фрактальных антенн на данный момент в мире практически не развита, поэтому возникает ряд задач при создании самих фрактальных антенн. Антенна в виде фрактала по сравнению с традиционной антенной использует пространство эффективнее. Из-за таких форм энергопотребление также может улучшиться.

Целью этой работы является исследование и анализ антенна основе модифицированного фрактала Серпинского и фрактала Минковского, а также исследование влияния подложки на свойства фрактальной антенны.

Этапы конструирования фрактальной антенны. В работе были использованы фрактал Минковского и модифицированный фрактал Серпинского. При конструировании были выбраны несколько начальных итерации фракталов. Для модифицированного фрактала Серпинского были выбраны первые три итерации (рисунок 1), а для фрактала Минковского – первые две итерации (рисунок 2). Антенны фрактальной формы были смоделированы в программном пакете Ansoft HFSS, которая предназначена для получения S-параметров и трехмерного моделирования электромагнитного поля методом конечных элементов.

Для антенны в форме фрактала Серпинского была использована подложка ArlonTC600 (диэлектрическая проницаемость 6.15) с размерами 40x40x2.3 мм [1]. Подложка ArlonTC600 использовалась как основная подложка для антенны. Чтобы проверить влияние подложки на антенну были еще выбраны следующие подложки: Arlon CuClad 250 GT (с диэлектрической проницаемостью 2.5) и Arlon TC350 (с диэлектрической проницаемостью 3.5). Сопоставление подложек было продемонстрировано с использованием третьей итерации модифицированного фрактала Серпинского.

При моделировании антенны в форме фрактала Минковского была использована подложка FR4_ероку (с диэлектрической проницаемостью 4.4) с размерами 45x50x1.5 мм[2]. В обеих антеннах на задних сторонах подложки при моделировании был использован рефлектор. S-параметры антенн рассчитывались в районе от 1 до 10 ГГц.

Результаты эксперимента. На рисунках 3–6 показаны результаты S-параметров, соответствующие итерациям модифицированного фрактала Серпинского. На основе полученных графиков можно сказать, что для основного вида антенны мы имеем 4 резонансных частоты: 2, 4.63, 6.04 и 8.57 ГГц, соответственно. Из них можно выделить только одну частоту, соответствующей 4.63ГГц, как ярко выраженной на основном фоне (рисунок 3).

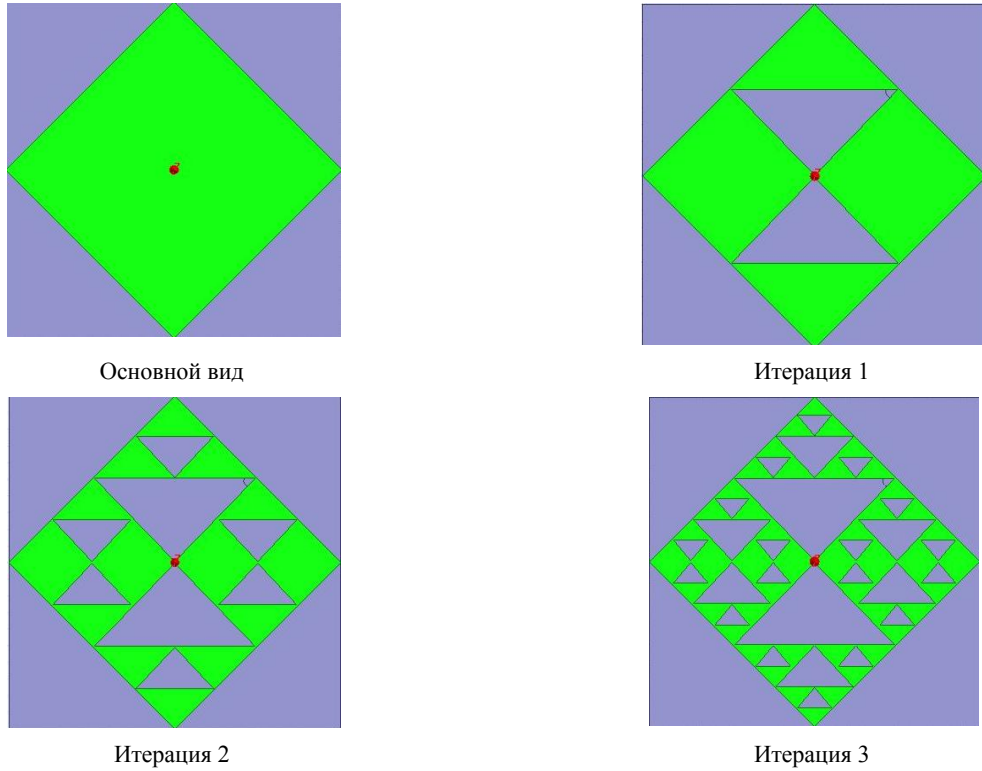


Рисунок 1 – Начальный вид и первые три итерации модифицированного фрактала Серпинского

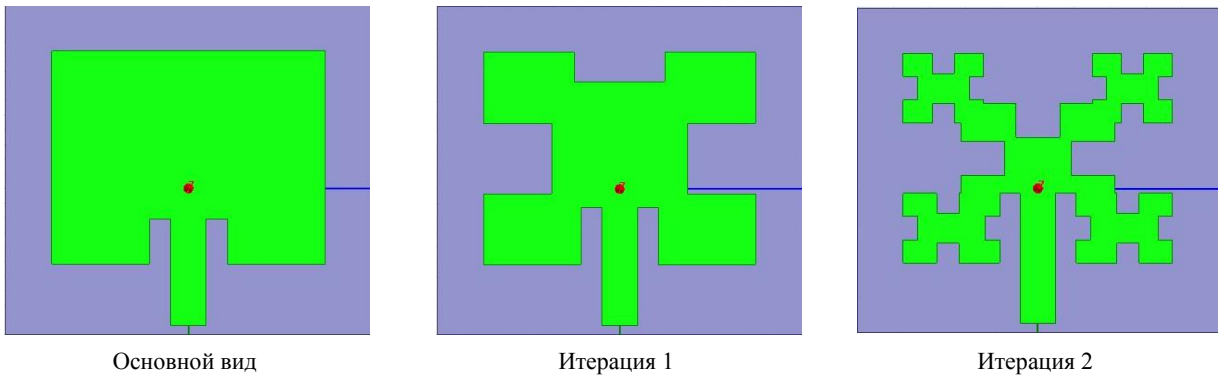


Рисунок 2 – Начальный вид и первые две итерации фрактала Минковского

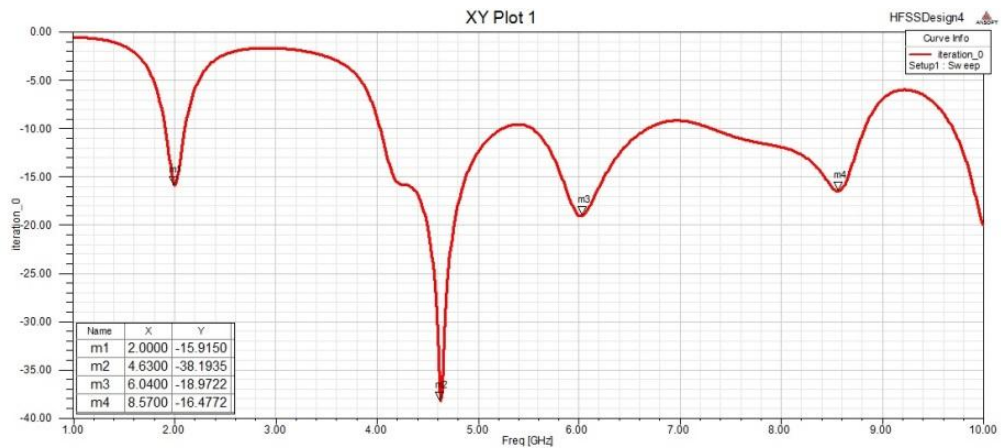


Рисунок 3 – S-параметр для основного вида антенны до изменения(фрактал Серпинского)

В антенне, имеющей форму первой итерации фрактала Серпинского, присутствуют следующие частоты: 1.74, 4.64 и 8.62 ГГц. Здесь можно увидеть, что из двух частот возникающих в 0-й итерации, а именно 4.63 ГГц и 6.04 ГГц, получается одна широкая резонансная частота, равной 4.64 ГГц. Также первая резонансная частота сдвигается в более низкую область частот (рисунок 4).

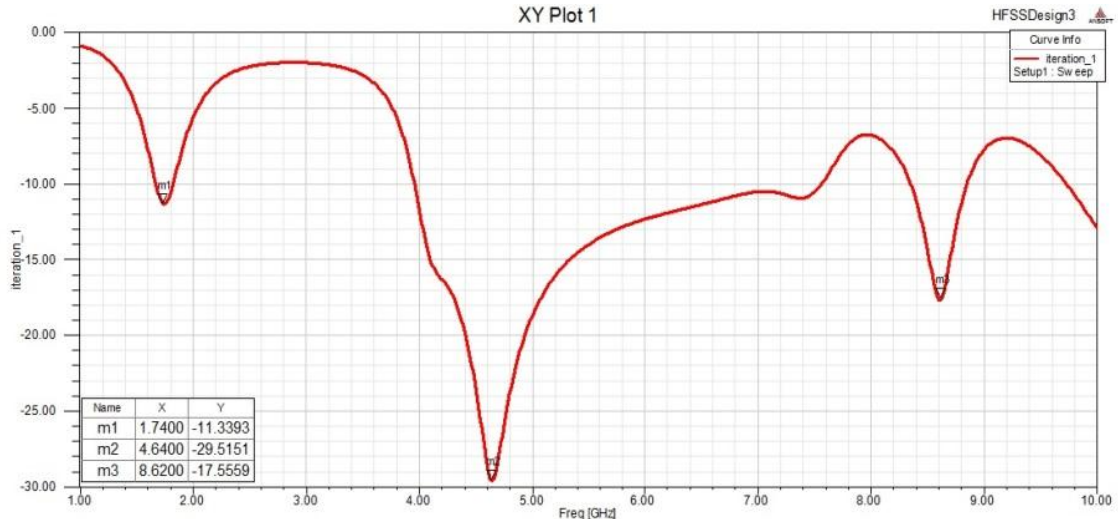


Рисунок 4 – S-параметр антенны соответствующей первой итерации фрактала Серпинского

У антенны на основе второй итерации фрактала Серпинского появились частоты, соответствующие 1.66, 8.16 и 9.38 ГГц (рисунок 5). Из графика можно увидеть, что резонансные частоты, которые наблюдались в двух предыдущих антеннах исчезают полностью и появляются новые частоты, при этом одна резонансная частота находится в области более высоких частот, однако, число резонансов не увеличивается в зависимости от второй итерации. Здесь также наблюдаются всего три резонансные частоты.

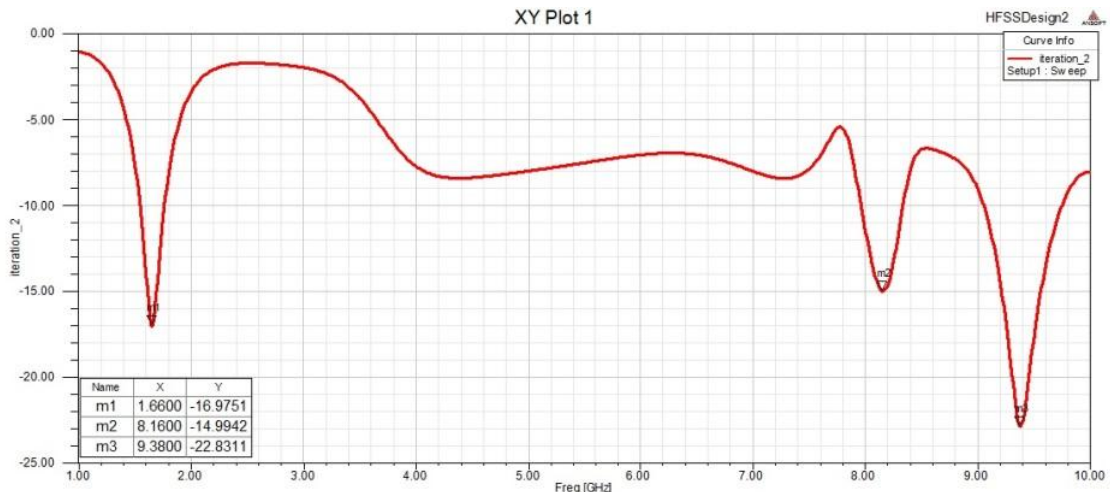


Рисунок 5 – S-параметр антенны соответствующей второй итерации фрактала Серпинского

В антенне на основе третьей итерации фрактала Серпинского происходит качественный скачок. Здесь появляются целых 6 резонансных частот и все с хорошей мощностью. Резонансы соответствуют частотам: 1.62, 4.01, 4.95, 6.71, 8.13 и 9.35 ГГц (рисунок 6). Если сравнивать свойство антенны на основе нулевой итерации (основная ромбообразная форма) с антенной на основе третьей итерации фрактала, то можно наблюдать увеличение резонансных частот в два раза, что в свою очередь показывает многодиапазонность антенн на основе фрактальных структур.

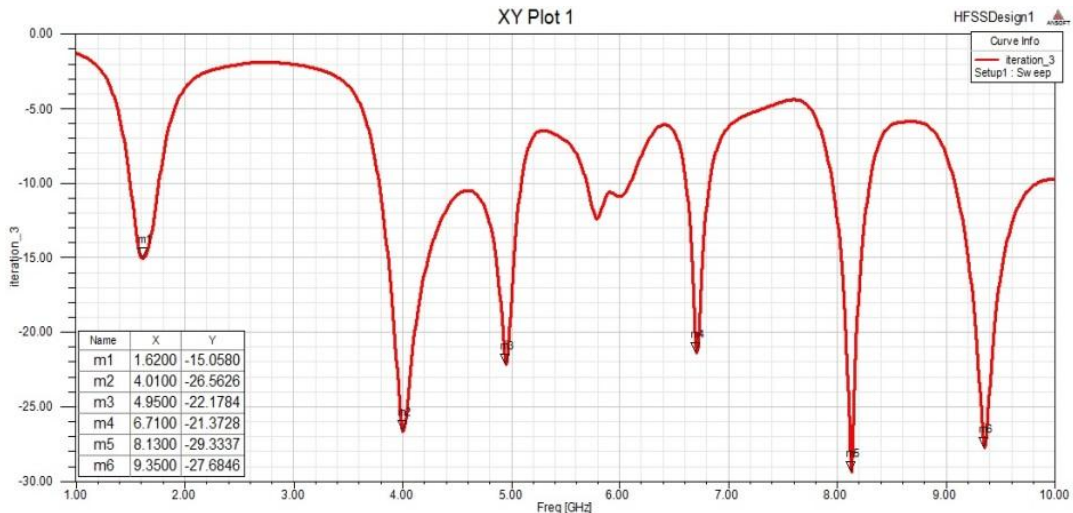


Рисунок 6 – S-параметр антенны соответствующей третьей итерации фрактала Серпинского

Вторая антенна, которая была смоделирована нами имела вид фрактала Минковского. Нами было показано, что данная антенна также имеет ряд преимуществ перед простой планарной антенной. На рисунках 7, 8 показаны результаты S-параметров для антенн с основной (нефрактальной) формой и на основе фрактала второй итерации, соответственно.

Как видно из рисунка 7, в антенне, сконструированной с помощью нефрактальной формы, наблюдаются пять основных резонансов: 2.44, 3.83, 5.04, 8.05 и 9.1 ГГц.

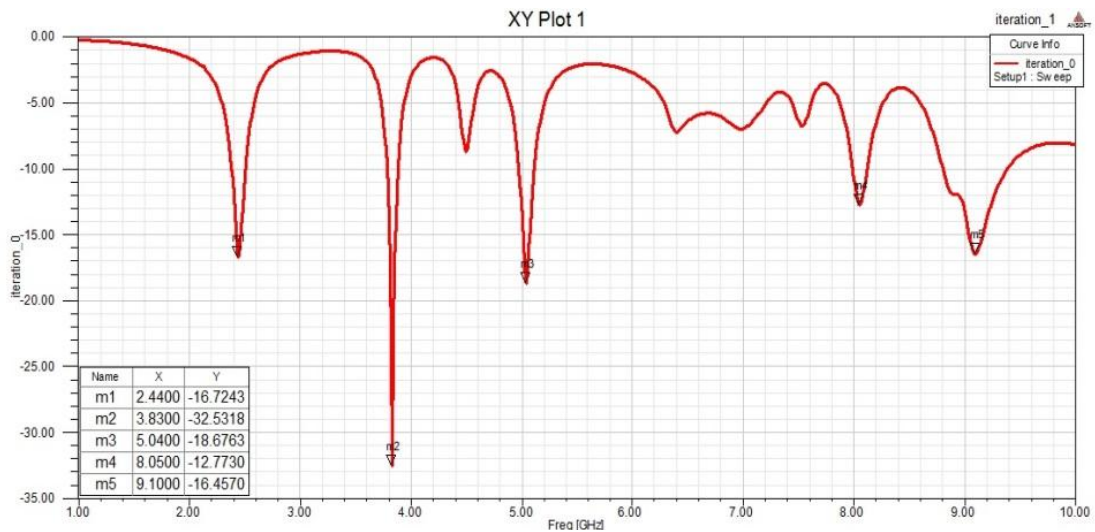


Рисунок 7 – S-параметр антенны сконструированной с помощью нефрактальной формы (данная форма соответствует нулевой итерации фрактала Минковского)

В антенне сконструированной на основе первой итерации фрактала Минковского наблюдаются четыре резонансных частот. При этом исчезают те резонансы, которые близки к области высоких частот. Здесь не наблюдается качественного изменения, поэтому приведем сразу результаты по моделированию антенны на основе второй итерации фрактала Минковского.

В ходе моделирования антенны сконструированной на основе второй итерации фрактала Минковского мы получили следующие резонансные частоты: 1.33, 5.13, 5.62, 7.14 и 8.08 (рисунок 8). Как видно из рисунка 8, увеличение итерации данного фрактала привело к изменению распределения частот. При этом мощность всех полученных резонансных частот увеличивается. Данное свойство показывает еще одно преимущество фрактальных антенн, т.е. кроме многодиапазонности фрактальные антенны обладают еще и свойством усиления сигналов.

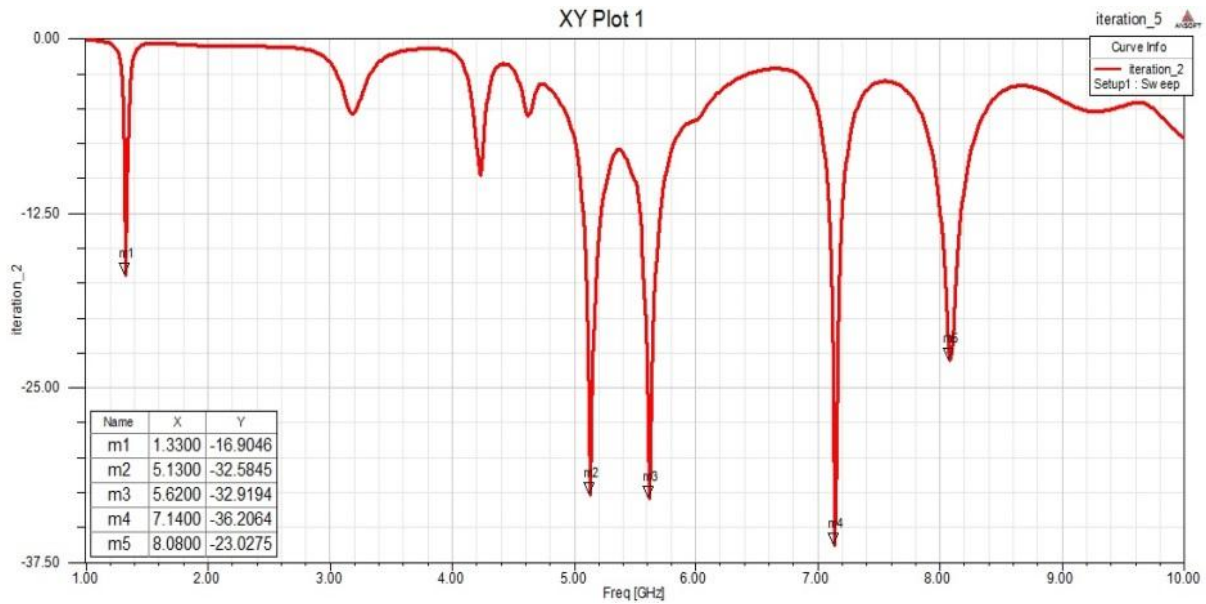


Рисунок 8 – S-параметр антенны соответствующей второй итерации фрактала Минковского

Вторая часть эксперимента была относительно подложки антенны. При моделировании с разными подложками выяснилось то, что основные резонансные частоты смещались, а также некоторые из них гасились или увеличивались. На рисунке 9 показаны S-параметры при трёх различных материалах подложки. Результаты показывают, что наиболее хорошей подложкой для антенны является подложка из материала Arlon_TC600 с диэлектрической проницаемостью 6.15.

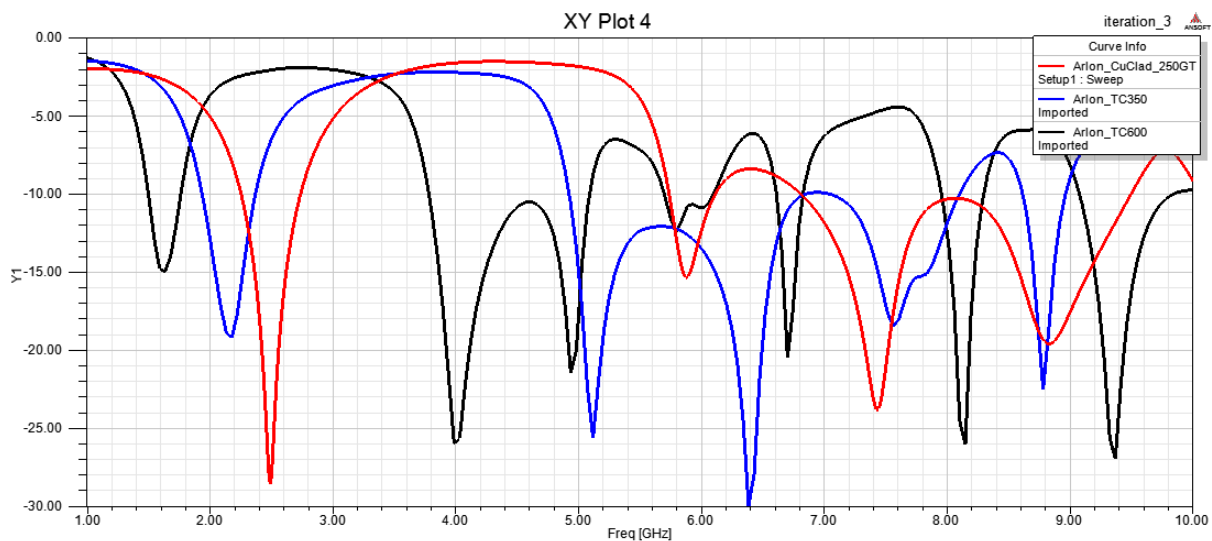


Рисунок 9 – Влияния подложки на свойство фрактальной антенны

Заключение. На основе полученных результатов можно заключить, что при некоторых итерациях фрактала может присутствовать широкополосность, при этом данное свойство наблюдается при высоких итерациях.

Фрактальные антенны могут быть использованы в беспроводных технологиях как сотовая связь, LTE 4G, WIMAX. Для этого должны быть учтены соответствующие частоты при конструировании. Из-за свойства многочастотности фрактальной антенны есть возможность конструирования антенн соответствующих нескольким беспроводным технологиям.

Настоящая работа выполнена при поддержке Комитета науки Министерства образования и науки Республики Казахстан в рамках гранта №3837/ГФ4.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Jawad K. Ali, Zaid A. Abed AL-Hussain, Ammer A. Osman and Salim Ali J. A New Compact Size Fractal Based Microstrip Slot Antenna for GPS Applications // Conference: Progress In Electromagnetics Research Symposium. PIERS Proceedings, Kuala Lumpur, Malaysia, March 27–30, 2012. – P.700-703.

[2] C. de Oliveira E.E., H. da F. Silva P. A.L.P.S. Campos and SandroGoncalves da Silva Overall size antenna reduction using fractal elements // Microwave and Optical Technology Letters 2009. – Vol.51, №3. –P. 671-675.

REFERENCES

[1] Jawad K. Ali, Zaid A. Abed AL-Hussain, Ammer A. Osman and Salim Ali J. A *Progress In Electromagnetics Research Symposium Proceedings*, Kuala Lumpur, Malaysia, March 27–30, 2012, 700-703 (in Eng.)

[2] C. de Oliveira E.E., H. da F. Silva P. *Microwave and Optical Technology Letters*, 2009, 51, 3., 671-675 (in Eng.).

**ФРАКТАЛДЫҚ ҚҰРЫЛЫМДАРДЫҢ НЕГІЗІНДЕ ЖАСАЛЫНҒАН
АНТЕННАЛАРДЫҢ КӨПЖИЛІКТІК ҚАСИЕТТЕРІ**

А. К. Иманбаева, А. А. Темірбаев, Т. А. Намазбаев, С. А. Хохлов

Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан

Тірек сөздер: фракталдық антенна, Серпинский үшбұрышы (фракталық, Минковский фракталы, S-параметрі, Ansoft HFSS, компьютерлік модельдеу.

Аннотация. Фракталдық антенналар көп диапазонды болады, сондықтан, олар сигналды күшейтпестен бірнеше жиіліктерде бір уақытта жұмыс жасай алады. Фракталдық антенналар тағыда жинақы болады. Бұл мақалада фракталдық формаларға негізделген антенналар моделденген және олардың қасиеттері талқыланған. Серпинскийдің модификацияланған және Минковскийдің фракталдары пайдаланылды. Фракталдық антенналар Ansoft HFSS программалық пакетінде модельденді. Фракталдық антенналардың компьютерлік модельдеу этаптары қарастырылды. Түрлендірілген Серпинский фрактал үшін бірінші үш қадамдары алынды, ал Минковский фракталы үшін – бірінші екі қадамы. Жиіліктердің таралу байланысы, және материалдың түптөсеміне байланысты, яғни диэлектрикалық өтімділігінің мәніне, жеке резонанстардың құаттарының төмендеу немесе ұлғаю көрсетілді.

Алынған нәтижелер фракталдық антенналардың көпдиапазондық қасиеттерін, яғни бір уақытта бірнеше жиіліктік диапазондарда жұмыс істей алатындығын көрсетті. Алынған берілгендер фракталдық антенналардың бәсекеге жарамдылығын көрсетті.

Поступила 03.11.2015 г.

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

PHYSICO-MATHEMATICAL SERIES

ISSN 1991-346X

Volume 6, Number 304 (2015), 47 – 56

**TASK ABOUT ACTION OF MOBILE PERIODIC LOAD
ON THE MULTILAYERED COVER IN THE ELASTIC HALF-SPACE****L. A. Alexeyeva, V. N. Ukrainets, S. R. Girnis**Institute of Mathematics and Mathematical Modeling of MES RK, Almaty,
Pavlodar state university, Kazakhstan.

E-mail: alexeeva@math.kz, vitnikukr@mail.ru, girnis@mail.ru

Keywords: elastic half-space, multilayered cover, transport loading, deflected mode.**Abstract.** The task is analytically solved about action of moving periodic load on supported by multi-layer circular cylindrical shell cavity, located in elastic half-space. Motion of the layers of the shell and elastic half-space are described by dynamic equations to theory of elasticity in moving coordinate system. Analytical decision of the problem of the determination component tense-deformed conditions of the array and the shell is received by subsonic velocity of the load.

УДК 539.3

**ЗАДАЧА О ДЕЙСТВИИ ПОДВИЖНОЙ ПЕРИОДИЧЕСКОЙ
НАГРУЗКИ НА МНОГОСЛОЙНУЮ ОБОЛОЧКУ
В УПРУГОМ ПОЛУПРОСТРАНСТВЕ****Л. А. Алексеева, В. Н. Украинец, С. Р. Гирнис**Институт математики и математического моделирования, Алматы, Казахстан,
Петропавловский государственный университет им. С. Торайгырова, Казахстан**Ключевые слова:** упругое полупространство, многослойная оболочка, транспортная нагрузка, напряженно-деформированное состояние.**Аннотация.** Аналитически решена задача о действии движущейся периодической нагрузки на подкрепленную многослойной круговой цилиндрической оболочкой полость, расположенную в упругом полупространстве. Движение слоев оболочки и упругого полупространства описывается динамическими уравнениями теории упругости в подвижной системе координат. Определены компоненты перемещений и напряжений в массиве и оболочке при дозвуковых скоростях нагрузки, когда скорость движения меньше скорости распространения упругих волн в среде и слоях оболочки.

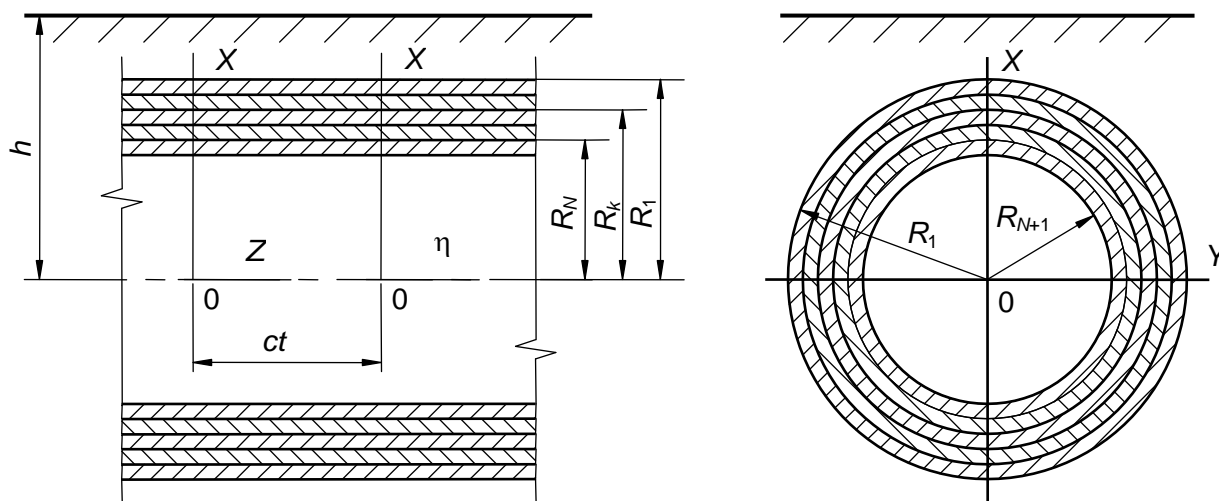
Изучение динамики тоннелей и трубопроводов при действии движущихся нагрузок методами математического моделирования приводит к краевым задачам для упругих сред с цилиндрическими полостями, подкрепленными упругими однослойными и многослойными оболочками. Для подземного сооружения глубокого заложения (глубина более пяти характерных поперечных размеров) обычно влиянием дневной поверхности пренебрегают. Модельными для таких сооружений являются внешние краевые задачи механики упругих сред с цилиндрическими полостями, неподкрепленными или подкрепленными упругими цилиндрическими оболочками, по которым движутся нагрузки, форма которых не меняется с течением времени (*транспортные нагрузки*), что характерно для транспортных задач.

Впервые задача о действии движущейся с постоянной дозвуковой скоростью осесимметричной нормальной нагрузки на тонкостенную цилиндрическую оболочку в упругой среде рассмотрена в работе В.И. Пожуева [1]. Аналогичные исследования напряженно-деформированного состояния двухслойной оболочки в упругом массиве при действии транспортных нагрузок проведены авторами с использованием моделей теории упругости и тонких оболочек [2-4]. Было показано существование критических скоростей движения нагрузок, при превышении которых в тоннелях позади бегущей нагрузки возникают свободные незатухающие колебания [3, 4]. Последнее ограничивает диапазон возможных скоростей движения в тоннелях и трубопроводах, определение которого необходимо для обеспечения прочности и надежности подобных сооружений при эксплуатации.

Для подземных сооружений мелкого заложения (глубина меньше вышеупомянутой) следует учитывать влияние дневной поверхности. Движение дозвуковой периодической нагрузки вдоль неподкрепленной цилиндрической полости и подкрепленной упругой круговой цилиндрической оболочкой в упругом полупространстве изучалось авторами на основе методов неполного разделения переменных и перераспределения цилиндрических и плоских волн. Были получены аналитические решения соответствующих краевых задач, на основе которых проведены численные эксперименты и их анализ для разного типа нагрузок и скоростей их движения [4-7].

В настоящей работе эта теория обобщена на многослойные цилиндрические оболочки в упругом полупространстве.

1. Постановка задачи. Уравнения движения. Контактные условия. Рассмотрим бесконечно длинную круговую цилиндрическую многослойную оболочку, состоящую из N концентрических упругих слоёв с разными физико-механическими и геометрическими характеристиками, расположенную в линейно-упругом, однородном и изотропном упругом полупространстве (массиве). Для решения задачи используем две системы координат: неподвижную декартову (x, y, z) и цилиндрическую (r, θ, z) (рисунок).



Многослойная оболочка в упругом полупространстве

Контакт между оболочкой и окружающей ее упругой средой (массивом) будем полагать либо жестким, либо скользящим при двусторонней связи в радиальном направлении. Контакт между слоями оболочки полагаем жестким.

Пусть на внутреннюю поверхность оболочки действует периодическая по её оси нагрузка интенсивностью P , движущаяся с постоянной скоростью c в направлении оси z , а граница полупространства $x = h$ свободна от нагрузок.

Последовательно пронумеруем слои оболочки, присвоив контактирующему с массивом слою порядковый номер 2.

Физико-механические свойства материала массива и слоев оболочки характеризуются соответственно следующими постоянными: $\nu_1, \mu_1, \rho_1; \nu_i, \mu_i, \rho_i$ ($i = 2, 3, \dots, N+1$), где ν_k – коэффициент Пуассона, $\mu_k = E_k/2(1+\nu_k)$ – модуль сдвига, ρ_k – плотность, E_k – модуль упругости ($k = 1, 2, \dots, N+1$). В дальнейшем индекс $k = 1$ относится к массиву, а $k = 2, 3, \dots, N+1$ – к слоям оболочки.

Определим реакцию массива и оболочки на данную бегущую нагрузку, используя для описания движения массива и слоев оболочки динамические уравнения теории упругости в векторной форме

$$(\lambda_k + \mu_k) \text{grad div } \mathbf{u}_k + \mu_k \nabla^2 \mathbf{u}_k = \rho_k \partial^2 \mathbf{u}_k / \partial t^2, \quad k = 1, 2, \dots, N+1, \quad (1)$$

где $\lambda_k = 2\mu_k \nu_k / (1 - 2\nu_k)$, \mathbf{u}_k – векторы смещений точек массива и слоев оболочки, ∇^2 – оператор Лапласа.

Так как рассматривается установившийся процесс, то картина деформаций стационарна по отношению к движущейся нагрузке. Поэтому удобно перейти к связанной с нагрузкой подвижной системе координат $\eta = z - ct$. Тогда уравнения (1) примут вид

$$(M_{pk}^{-2} - M_{sk}^{-2}) \text{grad div } \mathbf{u}_k + M_{sk}^{-2} \nabla^2 \mathbf{u}_k = \partial^2 \mathbf{u}_k / \partial \eta^2, \quad k = 1, 2, \dots, N+1, \quad (2)$$

где $M_{pk} = c/c_{pk}$, $M_{sk} = c/c_{sk}$ – числа Маха; $c_{pk} = \sqrt{(\lambda_k + 2\mu_k)/\rho_k}$, $c_{sk} = \sqrt{\mu_k/\rho_k}$ – скорости распространения волн расширения-сжатия и сдвига в массиве и слоях оболочки. Здесь рассмотрим дозвуковой случай: все $M_{pk} < 1$, $M_{sk} < 1$.

Выражая \mathbf{u}_k через потенциалы Ламе [7, 8]

$$\mathbf{u}_k = \text{grad } \varphi_{1k} + \text{rot}(\varphi_{2k} \mathbf{e}_\eta) + \text{rot rot}(\varphi_{3k} \mathbf{e}_\eta), \quad k = 1, 2, \dots, N+1, \quad (3)$$

система уравнений (2) преобразуются к виду

$$\nabla^2 \varphi_{jk} = M_{jk}^2 \partial^2 \varphi_{jk} / \partial \eta^2, \quad j = 1, 2, 3, \quad k = 1, 2, \dots, N+1. \quad (4)$$

Здесь \mathbf{e}_η – орт оси η , $M_{1k} = M_{pk}$, $M_{2k} = M_{3k} = M_{sk}$.

Используя (3) и закон Гука получаем выражения для компонент векторов \mathbf{u}_k и тензоров напряжений в массиве ($k = 1$) и слоях оболочки ($k = 2, 3, \dots, N+1$) в подвижной цилиндрической системе координат

$$\begin{aligned} u_{rk} &= \frac{\partial \varphi_{1k}}{\partial r} + \frac{1}{r} \frac{\partial \varphi_{2k}}{\partial \theta} + \frac{\partial^2 \varphi_{3k}}{\partial \eta \partial r}, \\ u_{\theta k} &= \frac{1}{r} \frac{\partial \varphi_{1k}}{\partial \theta} - \frac{\partial \varphi_{2k}}{\partial r} + \frac{1}{r} \frac{\partial^2 \varphi_{3k}}{\partial \eta \partial \theta}, \\ u_{\eta k} &= \frac{\partial \varphi_{1k}}{\partial \eta} + m_{sk}^2 \frac{\partial^2 \varphi_{3k}}{\partial \eta^2}; \end{aligned} \quad (5)$$

$$\sigma_{\eta k} = (2\mu_k + \lambda_k M_{pk}^2) \frac{\partial^2 \varphi_{1k}}{\partial \eta^2} + 2\mu_k m_{sk}^2 \frac{\partial^3 \varphi_{3k}}{\partial \eta^3},$$

$$\sigma_{\theta k} = \lambda_k M_{pk}^2 \frac{\partial^2 \varphi_{1k}}{\partial \eta^2} + \frac{2\mu_k}{r} \left(\frac{1}{r} \frac{\partial^2 \varphi_{1k}}{\partial \theta^2} + \frac{\partial \varphi_{1k}}{\partial r} + \frac{1}{r} \frac{\partial \varphi_{2k}}{\partial \theta} - \frac{\partial^2 \varphi_{2k}}{\partial r \partial \theta} + \frac{1}{r} \frac{\partial^3 \varphi_{3k}}{\partial \theta^2 \partial \eta} + \frac{\partial^2 \varphi_{3k}}{\partial r \partial \eta} \right),$$

$$\begin{aligned}
 \sigma_{rrk} &= \lambda_k M_{pk}^2 \frac{\partial^2 \varphi_{1k}}{\partial \eta^2} + 2\mu_k \left(\frac{\partial^2 \varphi_{1k}}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial^2 \varphi_{2k}}{\partial \theta \partial r} - \frac{1}{r^2} \frac{\partial \varphi_{2k}}{\partial \theta} + \frac{\partial^3 \varphi_{3k}}{\partial r^2 \partial \eta} \right), \\
 \sigma_{r\eta k} &= \mu_k \left(2 \frac{\partial^2 \varphi_{1k}}{\partial \eta \partial r} + \frac{1}{r} \frac{\partial^2 \varphi_{2k}}{\partial \theta \partial \eta} + (1 + m_{sk}^2) \frac{\partial^3 \varphi_{3k}}{\partial \eta^2 \partial r} \right), \\
 \sigma_{\eta \theta k} &= \mu_k \left(\frac{2}{r} \frac{\partial^2 \varphi_{1k}}{\partial \theta \partial \eta} - \frac{\partial^2 \varphi_{2k}}{\partial r \partial \eta} + \frac{(1 + m_{sk}^2)}{r} \frac{\partial^3 \varphi_{3k}}{\partial \theta \partial \eta^2} \right), \\
 \sigma_{r\theta k} &= 2\mu_k \left(\frac{1}{r} \frac{\partial^2 \varphi_{1k}}{\partial \theta \partial r} - \frac{1}{r^2} \frac{\partial \varphi_{1k}}{\partial \theta} - \frac{\partial^2 \varphi_{2k}}{\partial r^2} - \frac{m_{sk}^2}{2} \frac{\partial^2 \varphi_{2k}}{\partial \eta^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial^3 \varphi_{3k}}{\partial r \partial \eta \partial \theta} - \frac{1}{r^2} \frac{\partial^2 \varphi_{3k}}{\partial \eta \partial \theta} \right),
 \end{aligned} \tag{6}$$

где $m_{sk}^2 = 1 - M_{sk}^2 > 0$.

В подвижных декартовых координатах выражения для компонент напряженно-деформированного состояния (НДС) массива имеют вид

$$\begin{aligned}
 u_{x1} &= \frac{\partial \varphi_{11}}{\partial x} + \frac{\partial \varphi_{21}}{\partial y} + \frac{\partial^2 \varphi_{31}}{\partial x \partial \eta}, \\
 u_{y1} &= \frac{\partial \varphi_{11}}{\partial y} - \frac{\partial \varphi_{21}}{\partial x} + \frac{\partial^2 \varphi_{31}}{\partial y \partial \eta}, \\
 u_{\eta 1} &= \frac{\partial \varphi_{11}}{\partial \eta} + m_{s1}^2 \frac{\partial^2 \varphi_{31}}{\partial \eta^2}; \\
 \sigma_{\eta \eta 1} &= (2\mu_1 + \lambda_1 M_{p1}^2) \frac{\partial^2 \varphi_{11}}{\partial \eta^2} + 2\mu_1 m_{s1}^2 \frac{\partial^3 \varphi_{31}}{\partial \eta^3}, \\
 \sigma_{yy1} &= \lambda_1 M_{p1}^2 \frac{\partial^2 \varphi_{11}}{\partial \eta^2} + 2\mu_1 \left(\frac{\partial^2 \varphi_{11}}{\partial y^2} - \frac{\partial^2 \varphi_{21}}{\partial x \partial y} + \frac{\partial^3 \varphi_{31}}{\partial y^2 \partial \eta} \right), \\
 \sigma_{xx1} &= \lambda_1 M_{p1}^2 \frac{\partial^2 \varphi_{11}}{\partial \eta^2} + 2\mu_1 \left(\frac{\partial^2 \varphi_{11}}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \varphi_{21}}{\partial x \partial y} + \frac{\partial^3 \varphi_{31}}{\partial x^2 \partial \eta} \right), \\
 \sigma_{x\eta 1} &= \mu_1 \left(2 \frac{\partial^2 \varphi_{11}}{\partial \eta \partial x} + \frac{\partial^2 \varphi_{21}}{\partial y \partial \eta} + (1 + m_{s1}^2) \frac{\partial^3 \varphi_{31}}{\partial \eta^2 \partial x} \right), \\
 \sigma_{\eta y 1} &= \mu_1 \left(2 \frac{\partial^2 \varphi_{11}}{\partial y \partial \eta} - \frac{\partial^2 \varphi_{21}}{\partial x \partial \eta} + (1 + m_{s1}^2) \frac{\partial^3 \varphi_{31}}{\partial y \partial \eta^2} \right), \\
 \sigma_{xy1} &= 2\mu_1 \left(\frac{\partial^2 \varphi_{11}}{\partial x \partial y} - \frac{\partial^2 \varphi_{21}}{\partial x^2} - \frac{m_{s1}^2}{2} \frac{\partial^2 \varphi_{21}}{\partial \eta^2} + \frac{\partial^3 \varphi_{31}}{\partial x \partial y \partial \eta} \right).
 \end{aligned} \tag{8}$$

Таким образом, для определения компонент НДС массива и слоев оболочки необходимо решить уравнения (4), используя следующие *граничные условия*:

- для свободной от нагрузок поверхности полупространства ($x = h$)

$$\sigma_{xx1} = \sigma_{xy1} = \sigma_{x\eta1} = 0; \tag{9}$$

- для скользящего контакта оболочки с массивом

при $r = R_1$ $u_{r1} = u_{r2}$, $\sigma_{rr1} = \sigma_{rr2}$, $\sigma_{r\eta1} = 0$, $\sigma_{r\theta1} = 0$, $\sigma_{r\eta2} = 0$, $\sigma_{r\theta2} = 0$,

при $r = R_k$ $u_{jk} = u_{jk+1}$, $\sigma_{rjk} = \sigma_{rjk+1}$, (10)

при $r = R_{N+1}$ $\sigma_{rjN+1} = P_j(\theta, \eta)$, $j = r, \theta, \eta$, $k = 2, 3, \dots, N$;

- для жёсткого контакта оболочки с массивом

при $r = R_k$ $u_{jk} = u_{jk+1}$, $\sigma_{rjk} = \sigma_{rjk+1}$, (11)

при $r = R_{N+1}$ $\sigma_{rjN+1} = P_j(\theta, \eta)$, $j = r, \theta, \eta$, $k = 1, 2, \dots, N$.

Здесь $P_j(\theta, \eta)$ – составляющие интенсивности подвижной нагрузки $P(\theta, \eta)$.

2. Решение задачи при дозвуковой скорости движения периодической нагрузки. Введём ограничение на величину скорости движения нагрузки, принимая её меньше скоростей распространения волн сдвига в массиве и слоях оболочки (дозвуковой случай). Рассмотрим действие на оболочку синусоидальной по η подвижной нагрузки с произвольной зависимостью от угловой координаты

$$P(\theta, \eta) = p(\theta)e^{i\xi\eta}, \quad p(\theta) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} P_n e^{in\theta}, \tag{12}$$

$$P_j(\theta, \eta) = p_j(\theta)e^{i\xi\eta}, \quad p_j(\theta) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} P_{nj} e^{in\theta}, \quad j = r, \theta, \eta,$$

где константа ξ определяет период $T = 2\pi/\xi$ действующей нагрузки.

Потенциалы ϕ_{jk} также будем искать в виде периодических функций по η

$$\phi_{jk}(r, \theta, \eta) = \Phi_{jk}(r, \theta)e^{i\xi\eta}. \tag{13}$$

Подставляя (13) в (4), получим

$$\nabla_2^2 \Phi_{jk} - m_{jk}^2 \xi^2 \Phi_{jk} = 0, \quad j = 1, 2, 3, \quad k = 1, 2, \dots, N + 1, \tag{14}$$

где ∇_2^2 – двумерный оператор Лапласа, $m_{jk}^2 = 1 - M_{jk}^2$, $m_{1k} \equiv m_{pk}$,

$$m_{2k} = m_{3k} \equiv m_{sk}.$$

В дозвуковом случае $M_{sk} < 1$ ($m_{2k} = m_{3k} = m_{sk} > 0$, $k = 1, 2, \dots, N+1$), и решения уравнений (14) можно представить в виде [2]

$$\Phi_{jk} = \Phi_{jk}^{(1)} + \Phi_{jk}^{(2)}, \quad j = 1, 2, 3, \quad k = 1, 2, \dots, N + 1, \tag{15}$$

где:

- для массива ($k = 1$)

$$\Phi_{j1}^{(1)} = \sum_{n=-\infty}^{\infty} a_{nj} K_n(k_{j1}r) e^{in\theta}, \quad \Phi_{j1}^{(2)} = \int_{-\infty}^{\infty} g_j(\xi, \zeta) \exp\left(iy\zeta + (x-h)\sqrt{\zeta^2 + k_{j1}^2}\right) d\zeta; \tag{16}$$

- для слоев оболочки ($k = 2, 3, \dots, N+1$)

$$\Phi_{jk}^{(1)} = \sum_{n=-\infty}^{\infty} a_{nj+3(2k-3)} K_n(k_{jk}r) e^{in\theta}, \quad \Phi_{jk}^{(2)} = \sum_{n=-\infty}^{\infty} a_{nj+6(k-1)} I_n(k_{jk}r) e^{in\theta}. \tag{17}$$

Здесь $I_n(kr)$, $K_n(kr)$ – соответственно модифицированные функции Бесселя и функции Макдональда, $k_{j1} = |m_{j1}\xi|$, $k_{jk} = |m_{jk}\xi|$; $g_j(\xi, \zeta)$, $a_{n1}, \dots, a_{n(6N+3)}$ – неизвестные функции и коэффициенты, подлежащие определению.

Как показано в [4], представление потенциалов для полупространства (массива) в форме (15) приводит к их следующим выражениям в декартовой системе координат:

$$\Phi_{j1} = \int_{-\infty}^{\infty} \left[\frac{e^{-xf_j}}{2f_j} \sum_{n=-\infty}^{\infty} a_{nj} \Phi_{nj} + g_j(\xi, \zeta) e^{(x-h)f_j} \right] e^{iy\zeta} d\zeta, \quad (18)$$

где $f_j = \sqrt{\zeta^2 + k_{j1}^2}$, $\Phi_{nj} = \left[(\zeta + f_j) / k_{j1} \right]^n$, $j = 1, 2, 3$.

Воспользуемся граничными условиями (9), с учётом (8), (13), (18). Выделяя коэффициенты при $e^{iy\zeta}$ и приравнявая в силу произвольности y , их нулю, получим систему трёх уравнений, из которой выражаем функции $g_j(\xi, \zeta)$ через неизвестные коэффициенты a_{n1} , a_{n2} , a_{n3} :

$$g_j(\xi, \zeta) = \frac{1}{\Delta_*} \sum_{l=1}^3 \Delta_{jl}^* e^{-hf_l} \sum_{n=-\infty}^{\infty} a_{nl} \Phi_{nl}, \quad (19)$$

где $\Delta_* = (2\rho_*^2 - \beta^2)^2 - 4\rho_*^2 \sqrt{\rho_*^2 - \alpha^2} \sqrt{\rho_*^2 - \beta^2}$,

$$\Delta_{11}^* = \frac{\Delta_*}{2\sqrt{\rho_*^2 - \alpha^2}} - \frac{(2\rho_*^2 - \beta^2)^2}{\sqrt{\rho_*^2 - \alpha^2}}, \Delta_{12}^* = -2\zeta(2\rho_*^2 - \beta^2), \Delta_{13}^* = 2\xi(2\rho_*^2 - \beta^2)\sqrt{\rho_*^2 - \beta^2},$$

$$\Delta_{21}^* = -\frac{M_{s1}^2}{m_{s1}^2} \Delta_{12}^*, \Delta_{22}^* = -\frac{\Delta_{**}}{2\sqrt{\rho_*^2 - \beta^2}}, \Delta_{23}^* = -4\xi\zeta \frac{M_{s1}^2}{m_{s1}^2} \sqrt{\rho_*^2 - \alpha^2} \sqrt{\rho_*^2 - \beta^2},$$

$$\Delta_{31}^* = -\frac{\Delta_{13}^*}{m_{s1}^2 \xi^2}, \Delta_{32}^* = \frac{\Delta_{21}^*}{\beta^2}, \Delta_{33}^* = -\frac{\Delta_{**}}{2\sqrt{\rho_*^2 - \beta^2}} + \frac{(2\rho_*^2 - \beta^2)^2}{\sqrt{\rho_*^2 - \beta^2}},$$

$$\alpha = M_{p1}\xi, \quad \beta = M_{s1}\xi, \quad \rho_*^2 = \xi^2 + \zeta^2, \quad \Delta_{**} = (2\rho_*^2 - \beta^2)^2 - 4\rho_*^2 \sqrt{\rho_*^2 - \alpha^2} \sqrt{\rho_*^2 - \beta^2},$$

$$\rho_{**}^2 = \xi^2 + (2/m_{s1}^2 - 1)\zeta^2.$$

Заметим, что $\Delta_*(\rho_*)$ – определитель Рэлея, который обращается в ноль при $\rho_{*R}^2 = \xi^2 M_R^2$, или в двух точках $\pm \zeta_R = \pm |\xi| \sqrt{M_R^2 - 1}$, где $M_R = c/c_R$ – число Маха, c_R – скорость поверхностных волн Рэлея [8], которую условимся называть рэлеевской скоростью. Из последнего следует, что $\Delta_*(\rho_*)$ не обращается в ноль на действительной оси, если $M_R < 1$, или $c < c_R$, то есть при дорэлеевских скоростях движения нагрузки. В этом случае потенциалы (18) можно представить в виде

$$\Phi_{j1} = \int_{-\infty}^{\infty} \left[\frac{e^{-xf_j}}{2f_j} \sum_{n=-\infty}^{\infty} a_{nj} \Phi_{nj} + e^{(x-h)f_j} \sum_{l=1}^3 \frac{\Delta_{jl}^*}{\Delta_*} e^{-hf_l} \sum_{n=-\infty}^{\infty} a_{nl} \Phi_{nl} \right] e^{iy\zeta} d\zeta. \quad (20)$$

Следует отметить, что рэлеевская скорость для горных пород и грунтов c_R несколько ниже (на 5÷10%) скорости волн сдвига в массиве [4].

Используя известное при $x < h$ разложение [4]

$$\exp(iy\zeta + (x-h)\sqrt{\zeta^2 + k_j^2}) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} I_n(k_j r) e^{in\theta} \left[(\zeta + \sqrt{\zeta^2 + k_j^2}) / k_j \right]^n e^{-h\sqrt{\zeta^2 + k_j^2}},$$

представим Φ_{j1} (15) в цилиндрической системе координат

$$\Phi_{j1} = \sum_{n=-\infty}^{\infty} \left(a_{nj} K_n(k_{j1}r) + I_n(k_{j1}r) \int_{-\infty}^{\infty} g_j(\xi, \zeta) \Phi_{nj} e^{-hf_j} d\zeta \right) e^{in\theta}.$$

Подставляя в последнее выражение из (19) $g_j(\xi, \zeta)$, для $c < c_R$ получим

$$\Phi_{j1} = \sum_{n=-\infty}^{\infty} (a_{nj} K_n(k_{j1}r) + b_{nj} I_n(k_{j1}r)) e^{in\theta}, \quad (21)$$

где $b_{nj} = \sum_{l=1}^3 \sum_{m=-\infty}^{\infty} a_{ml} A_{nj}^{ml}$, $A_{nj}^{ml} = \int_{-\infty}^{\infty} \frac{\Delta_{jl}^*}{\Delta^*} \Phi_{ml} \Phi_{nj} e^{-h(f_l+f_j)} d\zeta$.

Подставляя (21) с учётом (13) в (5), (6) получаем формулы для вычислений компонент напряженно-деформированного состояния массива в цилиндрических координатах при $c < c_R$

$$u_{l1} = \sum_{n=-\infty}^{\infty} \sum_{j=1}^3 [T_{lj1}^{(1)}(K_n(k_{j1}r)) a_{nj} + T_{lj1}^{(2)}(I_n(k_{j1}r)) b_{nj}] e^{i(\xi\eta+n\theta)}, \quad (22)$$

$$\frac{\sigma_{lm1}}{\mu_1} = \sum_{n=-\infty}^{\infty} \sum_{j=1}^3 [S_{lmj1}^{(1)}(K_n(k_{j1}r)) a_{nj} + S_{lmj1}^{(2)}(I_n(k_{j1}r)) b_{nj}] e^{i(\xi\eta+n\theta)}.$$

Здесь $l = r, \theta, \eta$, $m = r, \theta, \eta$;

$$T_{r11}^{(1)} = k_{11} K'_n(k_{11}r), \quad T_{r21}^{(1)} = -\frac{n}{r} K_n(k_{21}r), \quad T_{r31}^{(1)} = -\xi k_{31} K'_n(k_{31}r),$$

$$T_{\theta11}^{(1)} = \frac{n}{r} K_n(k_{11}r)i, \quad T_{\theta21}^{(1)} = -k_{21} K'_n(k_{21}r)i, \quad T_{\theta31}^{(1)} = -\frac{n}{r} \xi K_n(k_{31}r)i,$$

$$T_{\eta11}^{(1)} = \xi K_n(k_{11}r)i, \quad T_{\eta21}^{(1)} = 0, \quad T_{\eta31}^{(1)} = -k_{31}^2 K_n(k_{31}r)i,$$

$$S_{rr11}^{(1)} = 2 \left(k_{11}^2 + \frac{n^2}{r^2} - \frac{\lambda_1 M_{p1}^2 \xi^2}{2\mu_1} \right) K_n(k_{11}r) - \frac{2k_{11} K'_n(k_{11}r)}{r},$$

$$S_{rr21}^{(1)} = \frac{2n}{r^2} K_n(k_{21}r) - \frac{2k_{21} K'_n(k_{21}r)}{r},$$

$$S_{rr31}^{(1)} = -2\xi \left(k_{31}^2 + \frac{n^2}{r^2} \right) K_n(k_{31}r) + \frac{2\xi k_{31} K'_n(k_{31}r)}{r},$$

$$S_{\theta\theta11}^{(1)} = -2 \left(\frac{n^2}{r^2} + \frac{\lambda_1 M_{p1}^2 \xi^2}{2\mu_1} \right) K_n(k_{11}r) + \frac{2k_{11} K'_n(k_{11}r)}{r},$$

$$S_{\theta\theta21}^{(1)} = -\frac{2n K_n(k_{21}r)}{r^2} + \frac{2n k_{21} K'_n(k_{21}r)}{r},$$

$$S_{\theta\theta31}^{(1)} = \frac{2\xi n^2 K_n(k_{31}r)}{r^2} - \frac{2\xi k_{31} K'_n(k_{31}r)}{r},$$

$$S_{\eta\eta11}^{(1)} = -2\xi^2 \left(\frac{1 + \lambda_1 M_{p1}^2}{2\mu_1} \right) K_n(k_{11}r), \quad S_{\eta\eta21}^{(1)} = 0, \quad S_{\eta\eta31}^{(1)} = 2m_{31}^2 \xi^3 K_n(k_{31}r),$$

$$\begin{aligned}
 S_{r\theta 11}^{(1)} &= \left(-\frac{2nK_n(k_{11}r)}{r^2} + \frac{2nk_{11}K'_n(k_{11}r)}{r} \right) i, \\
 S_{r\theta 21}^{(1)} &= \left(-\left(k_{21}^2 + \frac{2n^2}{r^2} \right) K_n(k_{21}r) + \frac{2k_{21}K'_n(k_{21}r)}{r} \right) i, \\
 S_{r\theta 31}^{(1)} &= \left(\frac{2n\xi K_n(k_{31}r)}{r^2} - \frac{2n\xi k_{31}K'_n(k_{31}r)}{r} \right) i, \\
 S_{\theta\eta 11}^{(1)} &= -\frac{2n\xi K_n(k_{11}r)}{r}, \quad S_{\theta\eta 21}^{(1)} = \xi k_{21}K'_n(k_{21}r), \quad S_{\theta\eta 31}^{(1)} = \frac{n\xi^2(1+m_{31}^2)K_n(k_{31}r)}{r}, \\
 S_{r\eta 11}^{(1)} &= 2\xi k_{11}K'_n(k_{11}r)i, \quad S_{r\eta 21}^{(1)} = -\frac{\xi n K_n(k_{21}r)i}{r}, \quad S_{r\eta 31}^{(1)} = -\xi^2 k_{31}(1+m_{31}^2)K'_n(k_{31}r)i; \\
 K'_n(k_{j1}r) &= \frac{dK_n(k_{j1}r)}{d(k_{j1}r)};
 \end{aligned}$$

$T_{lj1}^{(2)}$, $S_{lmj1}^{(2)}$ получаются из $T_{lj1}^{(1)}$, $S_{lmj1}^{(1)}$ заменой K_n на I_n .

Подставляя (15) при $k=2, 3, \dots, N+1$ с учётом (13) в (5), (6), получаем формулы для вычислений компонент напряженно-деформированного состояния слоев оболочки при $c < c_R$

$$u_{lk} = \sum_{n=-\infty}^{\infty} \sum_{j=1}^3 \left[T_{lj1}^{(1)}(K_n(k_{jk}r)) a_{nj+3(2k-3)} + T_{lj1}^{(2)}(I_n(k_{jk}r)) a_{nj+6(k-1)} \right] e^{i(\xi\eta+n\theta)}, \quad (23)$$

$$\frac{\sigma_{lmk}}{\mu_k} = \sum_{n=-\infty}^{\infty} \sum_{j=1}^3 \left[S_{lmj1}^{(1)}(K_n(k_{jk}r)) a_{nj+3(2k-3)} + S_{lmj1}^{(2)}(I_n(k_{jk}r)) a_{nj+6(k-1)} \right] e^{i(\xi\eta+n\theta)}.$$

Здесь $l = r, \theta, \eta$, $m = r, \theta, \eta$, $k = 2, 3, \dots, N+1$;

$$T_{r1k}^{(1)} = k_{1k}K'_n(k_{1k}r), \quad T_{r2k}^{(1)} = -\frac{n}{r}K_n(k_{2k}r), \quad T_{r3k}^{(1)} = -\xi k_{3k}K'_n(k_{3k}r),$$

$$T_{\theta 1k}^{(1)} = \frac{n}{r}K_n(k_{1k}r)i, \quad T_{\theta 2k}^{(1)} = -k_{2k}K'_n(k_{2k}r)i, \quad T_{\theta 3k}^{(1)} = -\frac{n}{r}\xi K_n(k_{3k}r)i,$$

$$T_{\eta 1k}^{(1)} = \xi K_n(k_{1k}r)i, \quad T_{\eta 2k}^{(1)} = 0, \quad T_{\eta 3k}^{(1)} = -k_{3k}^2 K_n(k_{3k}r)i,$$

$$S_{rr1k}^{(1)} = 2 \left(k_{1k}^2 + \frac{n^2}{r^2} - \frac{\lambda_k M_{pk}^2 \xi^2}{2\mu_k} \right) K_n(k_{1k}r) - \frac{2k_{1k}K'_n(k_{1k}r)}{r},$$

$$S_{rr2k}^{(1)} = \frac{2n}{r^2} K_n(k_{2k}r) - \frac{2k_{2k}K'_n(k_{2k}r)}{r},$$

$$S_{rr3k}^{(1)} = -2\xi \left(k_{3k}^2 + \frac{n^2}{r^2} \right) K_n(k_{3k}r) + \frac{2\xi k_{3k}K'_n(k_{3k}r)}{r},$$

$$S_{\theta\theta 1k}^{(1)} = -2 \left(\frac{n^2}{r^2} + \frac{\lambda_k M_{pk}^2 \xi^2}{2\mu_k} \right) K_n(k_{1k}r) + \frac{2k_{1k}K'_n(k_{1k}r)}{r},$$

$$\begin{aligned}
S_{\theta 0 2 k}^{(1)} &= -\frac{2nK_n(k_{2k}r)}{r^2} + \frac{2nk_{2k}K'_n(k_{2k}r)}{r}, \\
S_{\theta 0 3 k}^{(1)} &= \frac{2\xi n^2 K_n(k_{3k}r)}{r^2} - \frac{2\xi k_{3k}K'_n(k_{3k}r)}{r}, \\
S_{\eta 1 k}^{(1)} &= -2\xi^2 \left(\frac{1 + \lambda_k M_{pk}^2}{2\mu_k} \right) K_n(k_{1k}r), \quad S_{\eta 2 k}^{(1)} = 0, \quad S_{\eta 3 k}^{(1)} = 2m_{3k}^2 \xi^3 K_n(k_{3k}r), \\
S_{r\theta 1 k}^{(1)} &= \left(-\frac{2nK_n(k_{1k}r)}{r^2} + \frac{2nk_{1k}K'_n(k_{1k}r)}{r} \right) i, \\
S_{r\theta 2 k}^{(1)} &= \left(-\left(k_{2k}^2 + \frac{2n^2}{r^2} \right) K_n(k_{2k}r) + \frac{2k_{2k}K'_n(k_{2k}r)}{r} \right) i, \\
S_{r\theta 3 k}^{(1)} &= \left(\frac{2n\xi K_n(k_{3k}r)}{r^2} - \frac{2n\xi k_{3k}K'_n(k_{3k}r)}{r} \right) i, \\
S_{\theta \eta 1 k}^{(1)} &= -\frac{2n\xi K_n(k_{1k}r)}{r}, \quad S_{\theta \eta 2 k}^{(1)} = \xi k_{2k} K'_n(k_{2k}r), \quad S_{\theta \eta 3 k}^{(1)} = \frac{n\xi^2 (1 + m_{3k}^2) K_n(k_{3k}r)}{r}, \\
S_{r\eta 1 k}^{(1)} &= 2\xi k_{1k} K'_n(k_{1k}r) i, \quad S_{r\eta 2 k}^{(1)} = -\frac{\xi n K_n(k_{2k}r) i}{r}, \quad S_{r\eta 3 k}^{(1)} = -\xi^2 k_{3k} (1 + m_{3k}^2) K'_n(k_{3k}r) i; \\
K'_n(k_{jk}r) &= \frac{dK_n(k_{jk}r)}{d(k_{jk}r)};
\end{aligned}$$

$T_{ljk}^{(2)}$, $S_{lmjk}^{(2)}$ получаются из $T_{ljk}^{(1)}$, $S_{lmjk}^{(1)}$ заменой K_n на I_n .

Подставляя в (10) или (11) соответствующие выражения и приравнявая коэффициенты рядов при $e^{im\theta}$, получим бесконечную систему линейных алгебраических уравнений для определения коэффициентов $a_{n1}, \dots, a_{n(6N+3)}$. При численной реализации задачи для решения системы уравнений удобно пользоваться методом последовательных отражений-преломлений [4-7], что позволяет на каждом шагу решать конечную систему алгебраических уравнений сначала для оболочки в цилиндрической системе координат, а затем на границе полупространства в декартовой системе координат. Количество последовательных отражений-преломлений зависит от глубины заложения оболочки и требуемой точности расчетов и определяется при численной реализации решения задачи.

После определения коэффициентов компоненты напряженно-деформированного состояния массива и слоев оболочки при действии подвижной синусоидальной нагрузки можно вычислить по формулам (22), (23).

Заключение. В случае произвольной периодической по η нагрузки, разлагая ее в ряд Фурье для каждой составляющей ряда, получим вышерассмотренную задачу.

Для аperiodической транспортной нагрузки, используя преобразование Фурье по оси тоннеля, получим также рассмотренную здесь задачу.

Представленный здесь алгоритм построения аналитического решения задачи позволяет моделировать воздействие транспортных нагрузок в тоннелях и подземных сооружениях на состояние дневной поверхности и окружающего массива, что необходимо учитывать при строительстве подземных сооружений неглубокого заложения, например, линий метрополитена.

Он дает возможность определить напряженно-деформированное состояние самих оболочек, что необходимо при прочностных расчетах подобных конструкций при действии транспортных нагрузок с учетом их вида и скорости движения.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Пожуев В.И. Действие подвижной нагрузки на цилиндрическую оболочку в упругой среде // Строит. механика и расчет сооружений. – 1978. – № 1. – С. 44 – 48.
- [2] Айтиалиев Ш.М., Алексеева Л.А., Украинец В.Н. Напряженное состояние двухслойной обделки тоннеля от внутренних движущихся нагрузок // Механика подземных сооружений: Сб. науч. тр. Тульского политехн. ин-та. – Тула, 1988. – С. 38 – 46.
- [3] Алексеева Л.А., Украинец В.Н. Критическая скорость движущейся нагрузки в тоннеле, подкрепленном двухслойной оболочкой // Изв. АН СССР. Механика твердого тела. – 1987. – № 4. – С. 156 – 161.
- [4] Ержанов Ж.С., Айтиалиев Ш.М., Алексеева Л.А. Динамика тоннелей и подземных трубопроводов. – Алма-Ата: Наука Каз. ССР, 1989. – 240 с.
- [5] Айтиалиев Ш.М., Алексеева Л.А., Украинец В.Н. Влияние свободной поверхности на тоннель мелкого заложения при действии подвижных нагрузок // Изв. АН Каз.ССР. Сер. физ.-мат. – 1986. – № 5. – С. 75 – 80.
- [6] Алексеева Л.А., Украинец В.Н. Динамика упругого полупространства с подкрепленной цилиндрической полостью при подвижных нагрузках // Прикладная механика. – 2009. – № 9. – С. 75-85.
- [7] Украинец В.Н. Динамика тоннелей и трубопроводов мелкого заложения под воздействием подвижных нагрузок. – Павлодар: НИЦ ПГУ им. С. Торайгырова, 2006. – 123 с.
- [8] Новацкий В. Теория упругости. – М.: Мир, 1975. – 872 с.

REFERENCES

- [1] Pozhuev V.I. The action of a moving load on cylindrical shell in elastic media // Build. mechanics and calculation of structures. - 1978. - № 1. - p. 44 - 48. (in Russ.).
- [2] Aytaliev Sh.M., Alekseeva L.A., Ukrainets V.N. Stress state of a two-layer tunnel lining of the internal moving loads // Mechanics of underground structures: Coll. scientific. w. Tula Polytechnic. Inst. - Tula, 1988. - p. 38 - 46. (in Russ.).
- [3] Alekseeva L.A., Ukrainets V.N. The critical velocity of the moving load in the tunnel, supported by a two-layer shell // News of the USSR Academy of Sciences. Mechanics of Solids. - 1987. - № 4. - p. 156 - 161. (in Russ.).
- [4] Erzhanov Zh.S., Aytaliev Sh.M., Alekseeva L.A. Dynamics of tunnels and underground pipelines. - Almaty: Kazakh Science. SSR, 1989. - 240 p. (in Russ.).
- [5] Aytaliev Sh.M., Alekseeva L.A., Ukrainets V.N. The impact on the free surface of shallow tunnel under the action of moving loads // News of the Academy of Sciences of the Kazakh SSR. Ser. phys-math. - 1986 - № 5. - p. 75 - 80. (in Russ.).
- [6] Alekseeva L.A., Ukrainets V.N. Dynamics of elastic half-space with stiffened cylindrical cavity when moving loads // Applied Mechanics. - 2009. - № 9. - p. 75-85. (in Russ.).
- [7] Ukrainets V.N. Dynamics of tunnels and pipelines shallow under the influence of moving loads. - Pavlodar: PSU n/a S.Toraigyrov, 2006. - 123 p.
- [8] Nowacki W. Theory of Elasticity. - M.: Mir, 1975. - 872 p. (in Russ.).

ҚОЗҒАЛМАЛЫ МЕРЗІМДІ ЖҮКТЕМЕНІҢ СЕРПІМДІ ЖАРТЫЛАЙ КЕҢІСТІКТЕГІ КӨП ҚАТПАРЛЫ ҚАБЫҚҚА ӘРЕКЕТІ ТУРАЛЫ МІНДЕТ

Л. А. Алексеева, В. Н. Украинец, С. Р. Гирнис

ҚР БҒМ Математика және математикалық үлгілеу институты, Алматы, Қазақстан,
С. Торайғыров атындағы Павлодар мемлекеттік университеті, Қазақстан

Тірек сөздер: серпімді жартылай кеңістік, көп қатпарлы қабық, көлік жүктемесі, кернеулік-деформациялық күй.

Аннотация. Серпімді жартылай кеңістікте орналасқан көп қатпарлы айналма цилиндрлік қабықпен нықталған жылжымалы мерзімді жүктемесінің әрекеті туралы міндет сараптамалық түрде шешілген. Қабықша қабаттары мен серпімді жартылай кеңістік қозғалысы жылжымалы координаттар жүйесінде серпімдік теориясының динамикалық теңдеулерімен суреттелген. Қозғалыс жылдамдығы қабық ортасы мен қабаттарындағы серпімді толқындардың таралуы жылдамдығынан аз болған кездегі жүктемесінің дыбысқа дейінгі жылдамдықтары кезіндегі массиві мен қабықтағы ауысулар мен кернеулерінің бөлшектері анықталған.

Поступила 03.11.2015 г.

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

PHYSICO-MATHEMATICAL SERIES

ISSN 1991-346X

Volume 6, Number 304 (2015), 57 – 61

**RESEARCH OF DYNAMIC TERMS ON FRONTS
OF LONGITUDINAL AND TRANSVERSAL WAVES****A. Barayev¹, M. Zh. Zhumabayev¹, A. Zh. Baimisheva¹, A. D. Niyazymbetov¹, M. Bariyev²**¹South-Kazakhstan state pedagogical institute, Shymkent, Kazakhstan,²Tashkent state technical university, Uzbekistan.

E-mail: barayev42@mail.ru

Keywords: dynamic terms longitudinal are transversal, waves, flexibility.**Abstract.** Dynamic terms that have a substantial value for determination of the tensely-deformation state of flexible filament at affecting it by dynamic loading are investigated on longitudinal and transversal fronts.

The flexible elements made from natural, artificial, composition materials possessing high durability, flexibility and stability of true-to-shape of cross-sectional in the process of exploitation, are inculcated in all industries of technique. In many cases at the calculation of such elements flexural and turning inflexibility it is possible to ignore and to examine them as ideal, i.e. as flexible

УДК539.625

**ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ
НА ФРОНТАХ ПРОДОЛЬНЫХ И ПОПЕРЕЧНЫХ ВОЛН****А. Бараев¹, М. Ж. Жумабаев¹, А. Ж. Баймишева¹, А. Д. Ниязымбетов¹, М. Бариев²**¹Южно-Казахстанский государственный педагогический институт, Шымкент, Казахстан,²Ташкентский государственный технический университет, Узбекистан**Ключевые слова:** динамические условия, продольные, поперечные, волны, гибкость.**Аннотация.** Исследованы на продольных и поперечных фронтах динамические условия, которые имеют существенное значение для определения напряженно-деформационного состояния гибкой нити при воздействии на ее динамические нагрузки.

Гибкие элементы, изготовленные из натуральных, искусственных, композиционных материалов, обладающие высокой прочностью, гибкостью и устойчивостью заданной формы поперечного сечения в процессе эксплуатации, внедряются во все отрасли техники. Во многих случаях при расчете таких элементов изгибной и крутильной жесткостью можно пренебречь и их рассматривать как идеальную, т.е. как гибкую нить.

Известно, что схема волнового движения гибкой нити зависит от закона деформирования материала, от способа приложения и от величины внешней нагрузки. Однако качественное и количественное влияние названных и других параметров на напряженное состояние материала и на конкретные схемы движения гибких связей изучено недостаточно. Так как схемы волнового движения играют существенную роль при определении напряженно-деформированного состояния и формы движения, гибких связей, то изучение влияния этих параметров на текущие напряженные состояния материала, на установлению пределов влияния этих параметров, на конкретные схемы движения упруго-пластических гибких связей и исследования динамических условий на фронтах продольных и поперечных волнах представляют научный и практический интерес и являются актуальными.

1°. Динамические условия, имеющие место на фронте упругой продольной волны.

Пусть вдоль прямолинейной и невозмущенной первоначально линейно-упругой нити распространяется продольная волна со скоростью звука в местной среде \tilde{k}_1 (рисунок 1).

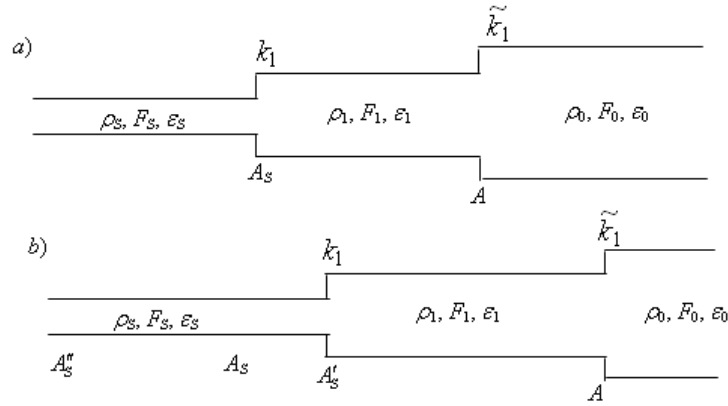


Рисунок 1

Здесь и дальнейшем $\dot{x}_i, \epsilon_i, \sigma_i, \varphi_i, F_i, \rho_i$ – означают соответственно скорости частицы, деформация, напряжения, угол излома, площадь поперечного сечения, плотность область “ i ”. Скорости распространения упругих волны обозначены волнистой кривой сверху, пластические волны без этих кривой. t – время, s – лагранжовый координат.

Если начальные условия впереди продольной волны A нулевые: $\dot{x}_0(0)=0, \epsilon_0(0)=0, \sigma_0(0)=0$ при $t < 0$ и граничные условия на левом конце нити кусочно-постоянные: $\dot{x}_i(l, t)=u(l, t)=const$ при $t \geq 0$, где $i = 1, \dots, k$, а деформация нигде не превосходит предела пропорциональности материала, то динамические условия, имеющие места на фронтах последовательно возникающих продольных волн: $A, A_1, A_2, A_3, \dots, A_k$ имеет вид: [1]:

- на волне A : $\dot{x}_1 = -\tilde{k}_1 \epsilon_1$.
- на волне A_1 : $\dot{x}_2 - \dot{x}_1 = \tilde{k}_1 (\epsilon_1 - \epsilon_2)$
- на волне A_2 : $\dot{x}_3 - \dot{x}_2 = \tilde{k}_1 (\epsilon_2 - \epsilon_3)$;
-
- на волне A_k : $\dot{x}_k - \dot{x}_{k-1} = \tilde{k}_1 (\epsilon_{k-1} - \epsilon_k)$.

Если направления движения продольных волн A, A_1, A_2, \dots, A_k не совпадают с направлением горизонтальной оси x , то условия на фронтах волн принимают вид:

- на волне A : $\dot{x}_1 = \tilde{k}_1 \epsilon_1$.
- на волне A_1 : $\dot{x}_2 - \dot{x}_1 = \tilde{k}_1 (\epsilon_2 - \epsilon_1)$.
- на волне A_2 : $\dot{x}_3 - \dot{x}_2 = \tilde{k}_1 (\epsilon_3 - \epsilon_2)$
-
- на волне A_k : $\dot{x}_{k-1} - \dot{x}_k = \tilde{k}_1 (\epsilon_k - \epsilon_{k-1})$.

Если первоначальные скорости движения частиц нити нулевые, а деформация ϵ_0 отлична от нуля, то условия, имеющие место на фронтах волн A , идущих в сторону роста и убывания оси x , сводятся к виду:

$$\dot{x}_1 = \pm \tilde{k}_{1,2} (\epsilon_0 - \epsilon_1). \tag{1}$$

Если первоначально частицы нити двигались со скоростью $\dot{x}_0(s, t) = \text{const}$ и начальная деформация ε_0 отлична от нуля, то динамические условия (1) принимают вид:

$$\dot{x}_1 - \dot{x}_0 = \pm \tilde{k}_1 (\varepsilon_0 - \varepsilon_1). \quad (2)$$

В уравнениях (1) и (2) верхние знаки имеют место в том случае, когда направление движения продольной волны A совпадает с направлением оси x , нижние же знаки – наоборот, когда направление движения продольной волны A противоположно направлению оси x . $\tilde{k}_1 = \sqrt{E/\rho_0}$ – скорость распространения продольной упругой волны [2].

2°. Динамические условия, имеющие место на фронте пластической продольной волны.

Пусть материал деформируется по закону:

$$\sigma = E\varepsilon \quad \text{при } \varepsilon < \varepsilon_s \quad (3)$$

$$\sigma = E\varepsilon_s + E_1(\varepsilon - \varepsilon_s) \quad \text{при } \varepsilon \geq \varepsilon_s, \quad (4)$$

где ε_s – деформация, соответствующая пределу пропорциональности материала. В данном случае, сначала возникает волна Римана, идущая по нити со скоростью звука в местной среде, а вслед за ней, распространяется пластическая волна (рисунок 1) со скоростью [2]: $k_1 = \pm \sqrt{E_1/\rho_0}$, причем $k_1 < \tilde{k}_1$.

Продольная пластическая волна A_s распространяется вдоль нити в абсолютной системе координат со скоростью $k_1 - u_1$, так как в упругой области частицы двигаются со скоростью $|u_1| = -u_1$.

Пластическая волна A_s , двигаясь в относительной системе координат со скоростью k_1 , за время dt проходит расстояние $k_1 dt$, и оказывается в положении A'_s , в свою очередь материальное сечение (точка) A_s , двигаясь со скоростью:

$$u_s = -k_1 \varepsilon_s, \quad (5)$$

оказывается в положении A''_s . Масса элемента нити, имеющая длину $ds_1 = k_1 dt$, равна $\rho_1 F_1 ds_1 = \rho_1 F_1 k_1 dt$, аналогично масса элемента нити, имеющая длину $ds_s = (k_1 + |u_s|) dt = (k_1 - u_s) dt$, равно:

$$\rho_s F_s ds_s = \rho_s F_s (k_1 + |u_s|) dt = \rho_s F_s (k_1 - u_s) dt. \quad (6)$$

В абсолютной системе координат длина элемента нити $A_s A'_s$ равна $(k_1 + |u_1|) dt = (k_1 - u_1) dt$, а длина элемента нити $A_s A''_s$ равна $(|u_s| + |u_1|) dt = (-u_s - u_1) dt$. Исходя из этого, общая длина участка нити $A'_s A''_s$ в абсолютной системе координат составляет

$$(k_1 + |u_1| + |u_s| + u_1) dt = (k_1 - u_s - 2u_1) dt. \quad (7)$$

Закон сохранения количества движения на фронте продольной волны A_s имеет вид:

$$\rho_1 k_1 (\dot{x}_s - \dot{x}_1) = -E_1 (\varepsilon_s - \varepsilon_1).$$

Отсюда:

$$\dot{x}_s - \dot{x}_1 = k_1 (\varepsilon_1 - \varepsilon_s). \quad (8)$$

Если направление движения волны k_1 противоположно направлению оси x , то последнее уравнение принимает вид:

$$\dot{x}_s - \dot{x}_1 = k_1 (\varepsilon_s - \varepsilon_1). \quad (9)$$

3°. Динамические условия, имеющие место на фронте упругой поперечной волны.

Поперечная волна, вдоль неподвижной первоначально и имеющей напряжение σ_0 и относительную деформацию ε_0 нити, распространяется со скоростью [2]:

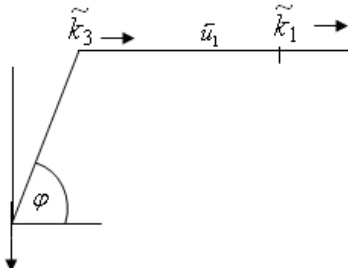


Рисунок 2

$$\tilde{k}_3 = \pm \sqrt{\sigma_0 / \rho_0 (1 + \varepsilon_0)}. \quad (10)$$

Пусть поперечная волна распространяется за продольной волной \tilde{k}_1 навстречу движущихся со скоростью u_1 частиц прямой нити как это показано на рисунке 2. Такая картина движения возникает, например, в правой части нити при поперечном ударе по ней острым концом клина. В этом случае упругая поперечная волна в относительной системе координат распространяется со скоростью:

$$\tilde{k}_3 = \pm \sqrt{\sigma_1 / \rho_0 (1 + \varepsilon_1)} = \pm \tilde{k}_1 \sqrt{\varepsilon_1 / (1 + \varepsilon_1)}, \quad (11)$$

а абсолютная скорость распространения поперечной волны равна:

$$b' = \tilde{k}_3 + |u_1| = \tilde{k}_3 - u_1,$$

так как, скорость частицы в области «1» $u_1 = -\tilde{k}_1 \varepsilon_1$. то скорости \tilde{k}_3 и b' связаны между собой следующим образом $b' = (1 + \varepsilon_1) \tilde{k}_3$, или: $b' = \pm \tilde{k}_1 \sqrt{\varepsilon_1 (1 + \varepsilon_1)} = \pm \tilde{k}_1 \lambda$, $\lambda = \sqrt{\varepsilon_1 (1 + \varepsilon_1)}$.

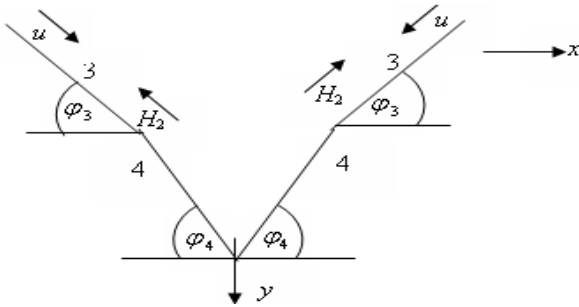


Рисунок 3

Пусть части нити, расположенные перед и за фронтом поперечной волны H_2 (рисунок 3), образуют с осью x углы φ_3 и φ_4 соответственно. Если частицы нити вдоль первоначального ее направления двигались со скоростью u , то за фронтом поперечной волны они также будут продолжать двигаться вдоль нового направления нити со скоростью u . Справедливость данного утверждения обосновывается следующим образом. Во-первых, на фронте поперечной волны H_2 имеют разрывы только касательные составляющие скорости в данной точке

нити, а относительная деформация не терпит разрыва. Во-вторых, на фронте поперечной волны модуль скорости u остается непрерывным – на оси координат имеют разрывы только ее составляющие. В противном случае происходили бы накопление или разряжение частиц перед и за фронтом поперечной волны, а также нарушение законов неразрывности движения и сохранения массы элемента нити.

Если деформация упругая, то закон сохранения количества движения, написанный в проекциях на оси x и y , принимает вид

$$\dot{x}_4 - \dot{x}_3 = \pm \tilde{k}_1 \sqrt{\varepsilon_3 (1 + \varepsilon_3)} (\cos \varphi_3 - \cos \varphi_4), \quad (12)$$

$$\dot{y}_4 - \dot{y}_3 = \pm \tilde{k}_1 \sqrt{\varepsilon_3 (1 + \varepsilon_3)} (\sin \varphi_4 - \sin \varphi_3). \quad (13)$$

Если деформация пластическая, то закон сохранения количества движения, написанный в проекциях на оси x и y , принимает вид:

$$\dot{x}_4 - \dot{x}_3 = \pm k_1 \sqrt{\varepsilon_3 (1 + \varepsilon_3)} (\cos \varphi_3 - \cos \varphi_4),$$

$$\dot{y}_4 - \dot{y}_3 = \pm k_1 \sqrt{\varepsilon_3 (1 + \varepsilon_3)} (\sin \varphi_4 - \sin \varphi_3).$$

4°. Динамические условия на фронте упруго-пластической поперечной волны.

Найдем общий вид уравнения (12) – (13) для случая, когда деформация превосходит предел пропорциональности материала, то есть поперечная волна H_2 распространяется по нити, имеющей деформацию $\varepsilon_4 \geq \varepsilon_s$ – пластическая деформация.

Предположим, что волновая картина, изображенная на рисунке 4, возникла в результате нормального поперечного удара по нити точкой, движущейся с постоянной скоростью v . Тогда из

краевых условий следует, что $\dot{x}_4 = 0$, $\dot{y}_4 = v$, $\dot{y}_3 = 0$, $\dot{x}_3 = u$ используя это выражение и условие $b_4 + |u| = (1 + \varepsilon_4) b'_4$, напишем динамическую условие на поперечном фронте:

$$\dot{x}_4 - \dot{x}_3 = \pm(1 + \varepsilon_4) b'_4 (\cos \varphi_3 - \cos \varphi_4), \dot{y}_4 - \dot{y}_3 = \pm(1 + \varepsilon_4) b'_4 (\sin \varphi_4 - \sin \varphi_3) \quad (14)$$

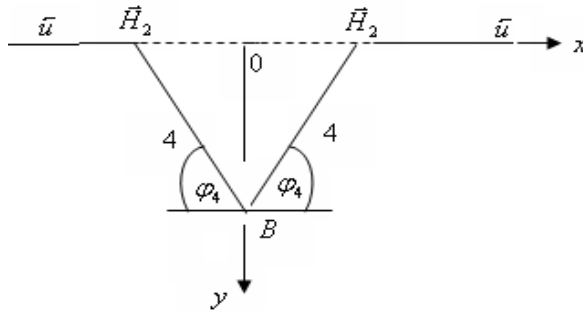


Рисунок 4

Если $\sigma_4 = \sigma_s + E_1(\varepsilon_4 - \varepsilon_s)$, то скорость b'_4 равна:

$$b'_4 = \sqrt{\sigma_4 / \rho_0 (1 + \varepsilon_4)} = \sqrt{(E\varepsilon_s + E_1(\varepsilon_4 - \varepsilon_s)) / \rho_0 (1 + \varepsilon_4)} = \sqrt{(\tilde{k}_1^2 \varepsilon_s + k_1^2 (\varepsilon_4 - \varepsilon_s)) / \rho_0 (1 + \varepsilon_4)} \quad (15)$$

или:

$$b'_4 = \tilde{k}_1 \sqrt{(\varepsilon_s (1 - \xi^2) + \xi^2 \varepsilon_4) / (1 + \varepsilon_4)}, \quad \xi = k_1 / \tilde{k}_1.$$

Таким образом, общий вид динамических условий, имеющих место на фронтах поперечных волн, распространяющихся в области упругих (12) – (13) и пластических деформаций (14), существенно различается.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Бараев А. Вопросы теории распространения нелинейных волн в нитях и гибких связях. – Алматы: Наш мир, 2006. – 272 с.
 [2] Рахматулин Х.А., Демьянов Ю.А. Прочность при интенсивных кратковременных нагрузках: изд.2-е, дополненное. – М.: Университетская книга; Логос, 2009. – 512 с.

REFERENCES

- [1] Baraev A. Problems in the theory of nonlinear waves in the strands and flexible connections – Almaty: Nash mir, 2006. – 272 p. (in Russ.).
 [2] Rakhmatulin H.A., Demyanov Yu.A. Durability under intensive short-term loads: Ed.2 supplemented. - M.: University Book; Logos, 2009.-512p. (in Russ.).

БОЙЛЫҚ ПЕН КӨЛДЕНЕҢ БАҒЫТТАРЫНДАҒЫ СЕРПІНДІ КҮЙЛЕРІН ЗЕРТТЕУ

А. Бараев¹, М. Ж. Жұмабаев¹, А. Ж. Баймишева¹, А. Д. Ниязымбетов¹, М. Бариев²

¹Оңтүстік Қазақстан мемлекеттік педагогикалық институты, Шымкент, Қазақстан,
²Ташкент мемлекеттік техникалық университеті, Өзбекстан

Тірек сөздер: динамикалық күйлер, бойлық, көлденең, толқындар, иілгіштік.

Аннотация. Иілгішті тізбектің динамикалық күшіне әсер ету арқылы қызу-деформациялық жағдайын анықтау үшін елеулі мағынасы бар бойлық пен көлденең бағыттарындағы динамикалық күйлері зерттелген.

Пайдалану үдерісіндегі көлденең кимасының берілген үлгісінің жоғары беріктігі мен тұрақтылығы бар табиғи, жасанды, композициялық материалдардан жасалған иілгішті элементтер техниканың барлық салаларына еңгізілген. Көптеген жағдайда иілісті және айналма қаттылығы бар элементтерді қарастырғанда оларды елемей мінсіз, демек икемді тізбек түрінде қарауға болады.

Поступила 03.11.2015 г.

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

PHYSICO-MATHEMATICAL SERIES

ISSN 1991-346X

Volume 6, Number 304 (2015), 62 – 65

**ON CLUSTER MODEL OF WATER
UNDER NONEQUILIBRIUM CONDITIONS**

K. K. Makesheva

Kazakh national research technical university after. K. I. Satpayev, Almaty, Kazakhstan.
E-mail: mami_yep@yahoo.com

Keywords: molecular structure of liquid water, water cluster model, self-organization, entropy.

Abstract. The thermodynamic analysis of non-uniform structure of liquid water is given in the paper. New interpretation of water as an interactive system, which constantly organizes itself, is offered. The anomalous properties of water features, which are explained by its molecular structure. Cluster model provides the most complete explanation of the nonequilibrium state of the water.

УДК 546 – 12 (076)

**О КЛАСТЕРНОЙ МОДЕЛИ ВОДЫ
В НЕРАВНОВЕСНЫХ УСЛОВИЯХ**

К. К. Макешева

Казахский национальный исследовательский технический университет им. К. И. Сатпаева,
Алматы, Казахстан

Ключевые слова: молекулярная структура жидкой воды, кластерная модель воды, самоорганизация, энтропия.

Аннотация. В работе дан термодинамический анализ неоднородной структуры жидкой воды. Предлагается новая интерпретация воды как интерактивной системы, которая постоянно самоорганизуется. Рассматриваются аномальные особенности свойств воды, которые объясняются ее молекулярной структурой. Кластерная модель позволяет наиболее полно объяснить неравновесность состояния воды.

Экспериментальные и теоретические работы выделяют уникальную способность воды к структурообразованию и высокую чувствительность к внешним воздействиям. Практически все свойства воды аномальны, а многие не подчиняются характеру тех законов физики и химии, которые управляют другими веществами [1].

Первая особенность воды: теплоемкость аномально высока, отсюда вытекает удивительная возможность воды сохранять тепло.

Вторая особенность: вода – единственное вещество, для которого зависимость удельной теплоемкости от температуры имеет минимум около 37 °С.

Третья особенность: вода обладает высокой удельной теплотой плавления, то есть воду очень трудно заморозить, а лед растопить. Благодаря этому климат на Земле в целом стабилен.

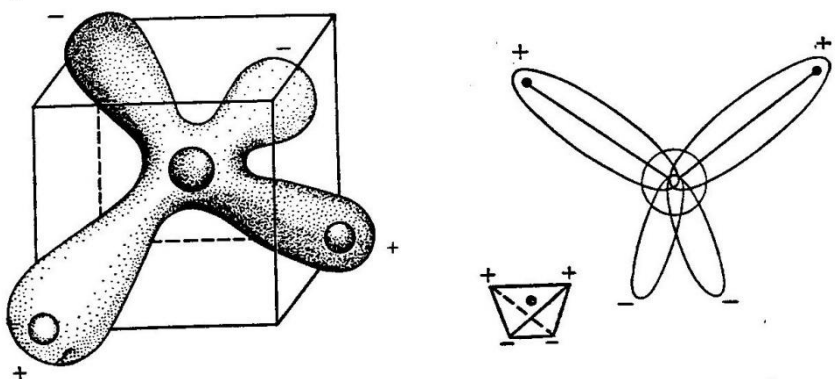
Четвертая особенность: максимальная плотность воды наблюдается при температуре 4 °С, а не при температуре замерзания 0 °С (таяя вода). Необычное поведение плотности воды важно для поддержания жизни на Земле.

Пятая особенность воды: она сильнее других жидкостей растворяет любые вещества, если ей дать время. Именно из-за этой растворяющей способности никому до сих пор не удается получить химически чистую воду.

Шестая особенность: только в водной среде возникают гидрофобные взаимодействия, играющие большую роль в химических и биологических средах и в технологиях. (рождение α -структур у белков и нуклеиновых кислот). Сейчас активно исследуется феномен памяти воды. Нельзя ли использовать воду для хранения памяти? Битам и байтам могли бы соответствовать кластеры воды.

Таким образом, многие странные свойства воды, очевидно, обусловлены ее особой молекулярной структурой. Ее молекулы это диполи с отрицательным центром – атомом кислорода и двумя положительными центрами – атомами водорода (рисунок 1).

Рисунок 1 –
Электронное облако
и электронные орбитали
молекулы воды



В жидкой воде эти диполи находятся в постоянном движении. Стоит им сблизиться, как между ними образуется водородный мостик (связь). Любая молекула воды может притянуть к себе четыре других. Так возникает целая сеть, структура из молекул.

Итак, молекулы обладают уникальным свойством объединяться в кластеры (группы) $(H_2O)_N$, где N – число молекул (рисунок 2).

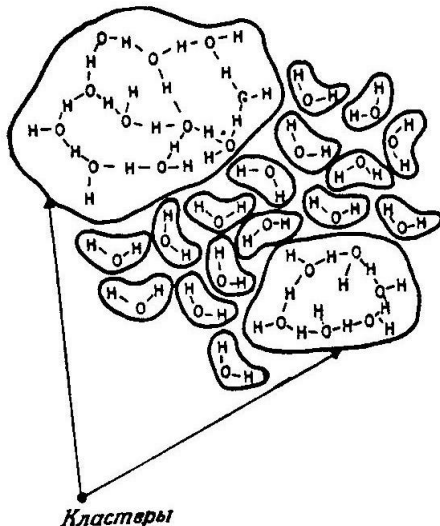


Рисунок 2 – Структура жидкой воды
в модели мерцающих кластеров Фрэнка – Вина

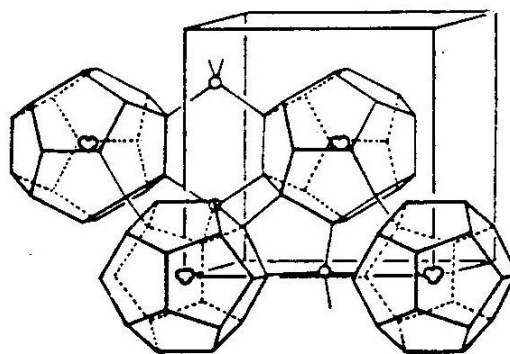


Рисунок 3 – Автоклатратная модель жидкой воды

Было предложено большое число моделей (Бернал, Фаулер, Полинг, Самойлов и т.д.). Эти модели можно условно разбить на три группы [2].

1) кластерные, предполагающие наличие в воде двух различающихся по свойствам микрофаз, по крайней мере в одной из них молекулы соединены водородными связями;

2) клатратные, постулирующие существование в воде непрерывного каркаса из молекул, соединенных водородными связями, содержащими пустоты, в которых располагаются дополнительно молекулы воды (рисунок 3);

3) континуальные, предполагающие существование непрерывного каркаса из молекул воды, которые соединены водородными связями, в каркасе не содержится участков другой фазы, отсутствуют пустотные молекулы. Общим для всех моделей является картина воды: молекулы образуют открытую динамическую пространственную сетку, в которой образуются кластеры $(H_2O)_N$, которые могут рождаться, разрушаться.

Под кластером понимают группу молекул, объединенных водородными связями в единый ансамбль. Прямое наблюдение кластеров ограничено. При комнатной температуре степень ассоциации N для воды составляет от 3 до 6.

Таким образом, вода – сложная жидкость, составленная из повторяющихся групп, содержащих от 3 до N одинаковых групп (рисунок 4).

Именно поэтому вода имеет аномальное значение температуры плавления. По правилам температура должна быть не выше $-100^\circ C$, на самом деле равна $0^\circ C$. Температура кипения воды должна быть $-75^\circ C$, а фактически равна $+100^\circ C$.

При испарении воды кластеры распадаются и превращаются в газ.

Все эти странные физические и химические свойства есть следствия структурной неоднородности воды. Жидкая вода представлена ансамблем мерцающих кластеров, состоящих из соединенных водородными связями молекул, плавающих в свободной воде. Важно отметить, что образование одной связи создает условия для возникновения новых связей и связь распространяет сама себя через соседние молекулы (эффект домино). Образование кластера является кооперативным процессом. Время жизни кластера порядка 10^{-10} с, что соответствует времени релаксационных процессов в воде, это время в 1000 раз больше периода молекулярных колебаний.

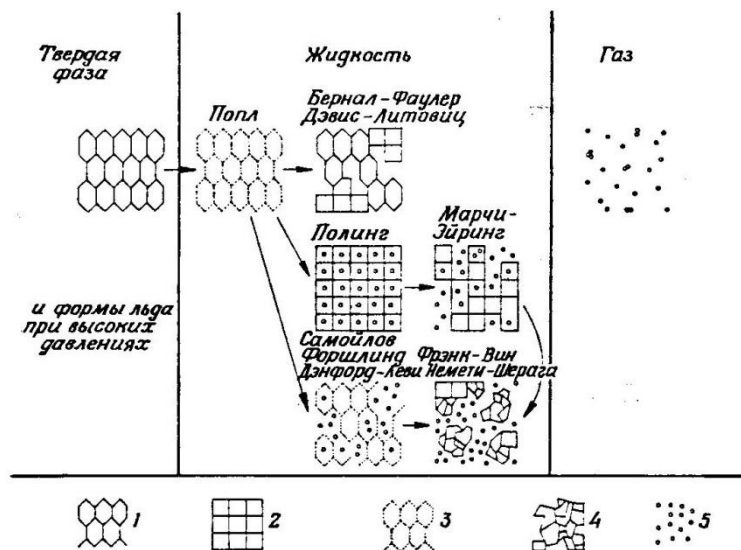


Рисунок 4 – Основные теории структуры воды:

1 – кристаллическая решетка льда-I; 2 – кристаллические решетки, отличающиеся от льда-I; 3 – искаженная или разрушенная решетка льда-I; 4 – беспорядочно связанные молекулы воды; 5 – мономерные молекулы воды

Если бы вода состояла из одних молекул и не было процесса образования и распада кластеров, то такое состояние было бы равновесным и характеризовалось бы максимумом энтропии и минимумом свободной энергии. Следовательно, структурные неоднородности в пространстве и во времени есть следствие неравновесности состояния воды, в котором энтропия имеет минимум, а свободная энергия максимум [3]. По расчетным данным Немети и Шерага с повышением температуры воды величина энтропии возрастает, а свободная энергия уменьшается. Увеличение температуры воды сопровождается разрывом водородных связей и распадом кластеров.

Резюмируя, можно отметить, что такая сложная по составу (ансамбль кластеров) интерактивная система постоянно самоорганизуется, стремясь достичь некоторого критического состояния, в котором малое событие (разрыв связи) может вызвать цепную реакцию, способную повлиять на любое число элементов системы.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Хорн Р. Морская химия. – М.: Мир, 1972. – 400 с.
- [2] Вода: структура, состояние, сольватация. Достижения последних лет / Под ред. А. М. Кутепова. – М.: Наука, 2003. – 404 с. (Серия «Проблемы химии растворов»).
- [3] Макешева К.К., Канатчинов А.К. Структура воды как открытая система в неравновесных условиях // Материалы III Межд. конф. «Актуальные проблемы механики и машиностроения». – Алматы: КазНТУ им. К. И. Сатпаева, 2009. – Т. 3. – С. 256-259.

REFERENCES

- [1] Horn R. Marine Chemistry. M.: Mir, 1972. 400 p. (in Russ.)
- [2] Water: structure, state, solvation. Achievements in recent years. Ed. A. M. Kutepov. M.: Nauka, 2003. 404 p. (Series "Problems of Solution Chemistry") (in Russ.)
- [3] Makesheva K.K., Kanatchinov A.K. The structure of water as an open system under nonequilibrium conditions. Proceedings of the III Intern. Conf. "Actual problems of mechanics and engineering". Almaty: KazNTU after K. I. Satpayev, 2009. Vol. 3. P. 256-259. (in Russ.)

ТЕПЕТЕҢДІКСІЗ ЖАҒДАЙЫНДА
СУ КЛАСТЕРЛІК МОДЕЛІ ТУРАЛЫ

К. К. Макешева

Қ. И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық зерттеу техникалық университеті, Алматы, Қазақстан

Тірек сөздер: молекулалық сұйық су құрылымы, су кластерлік моделі, өзін-өзі ұйымдастыру, энтропиясы.

Аннотация. Жұмыста сұйық судың біртекті құрылымының термодинамикалық анализі берілген. Судың жаңа интерпретациясы әрқашан да өзінше ұйымдастырылатын интерактивті жүйе ретінде ұсылынады. Су қасиеттердің аномалдық ерекшеліктері қаралады, олардың молекулалық құрылымы түсіндіріледі. Кластерлік моделі су тепетеңдіксіз жағдайды ең толық түсініктеме береді.

Поступила 03.11.2015 г.

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

PHYSICO-MATHEMATICAL SERIES

ISSN 1991-346X

Volume 6, Number 304 (2015), 66 – 70

**RESEARCHES OF DIFFERENTIAL EQUALIZATIONS
OF SPATIAL MOTIONS OF FLEXIBLE CONNECTIONS
AND THEIR SOLUTION BY THE METHOD OF DESCRIPTIONS**

A. Barayev¹, M. Zh. Zhumabayev¹, A. Zh. Baimisheva¹, A. D. Niyazymbetov¹, M. Bariyev²

¹South-Kazakhstan state pedagogical institute, Shymkent, Kazakhstan,

²Tashkent state technical university, Uzbekistan.

E-mail: barayev42@mail.ru

Keywords: differential, equalizations spatial, motions.

Abstract. Differential equalizations of spatial motion of flexible connections are investigated and a task is solved with the use of method of descriptions. Speed of distribution of longitudinal and transversal waves arising up at the dynamic affecting flexible connection is determined.

УДК ф539,625

**ИССЛЕДОВАНИЯ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ
УРАВНЕНИЙ ПРОСТРАНСТВЕННОГО ДВИЖЕНИЯ
ГИБКИХ СВЯЗЕЙ И ЕЕ РЕШЕНИЯ МЕТОДОМ ХАРАКТЕРИСТИК**

А. Бараев¹, М. Ж. Жумабаев¹, А. Ж. Баймишева¹, А. Д. Ниязымбетов¹, М. Бариев²

¹Южно-Казахстанский государственный педагогический институт, Шымкент, Казахстан,

²Ташкентский государственный технический университет, Узбекистан

Ключевые слова: дифференциальные, уравнения, пространственные, движения.

Аннотация. Исследованы дифференциальные уравнения пространственного движения гибких связей и решена задача с применением метода характеристик. Определены скорость распространения продольных и поперечных волн, возникающих при динамическом воздействии на гибкой связи.

Дифференциальные уравнения пространственного движения гибкой нити и геометрическая связь имеют вид [1]:

$$\begin{aligned}\rho_0 \ddot{x} &= [\sigma^* (1 + \varepsilon)^{-1} (1 + x')] + P_1^*(s, t), \\ \rho_0 \ddot{y} &= [\sigma^* (1 + \varepsilon)^{-1} y'] + P_2^*(s, t), \\ \rho_0 \ddot{z} &= [\sigma^* (1 + \varepsilon)^{-1} z'] + P_3^*(s, t),\end{aligned}\tag{1}$$

$$(1 + \varepsilon) \cos \alpha = 1 + x', \quad (1 + \varepsilon) \cos \beta = y', \quad (1 + \varepsilon) \cos \gamma = z',\tag{2}$$

где t – время; s – лагранжева координата; $x(s, t)$, $y(s, t)$, $z(s, t)$ – координаты рассматриваемой точки нити в декартовой системе координат (x, y, z) ; $\sigma^* = \sigma^*(s, t)$ –

натяжение; $\varepsilon(s, t)$ – относительная деформация; $P_1^*(s, t)$, $P_2^*(s, t)$, $P_3^*(s, t)$ – составляющие массовой силы $\vec{P} = \vec{P}(s, t)$ на оси x , y , z соответственно; $\alpha(s, t)$, $\beta(s, t)$, $\gamma(s, t)$ – углы, образованные между касательной к нити данной точке и осями координат, x , y , z ; ρ_0 – плотность недеформированной нити ($i = 1, 2, 3$).

Здесь и в дальнейшем введем обозначения :

$$(\dot{\cdot}) = \partial(\cdot) / \partial t(\cdot), (\cdot)' = \partial(\cdot) / \partial s, d_E(\cdot) = d(\cdot) / d\varepsilon, d_T(\cdot) = d(\cdot) / dt, \\ \sigma(s, t) = \sigma^*(s, t) / \rho_0, P_i(s, t) = P_i^*(s, t) / \rho_0.$$

Дифференциальные уравнения геометрической связи (2) являются неголономными, т.е. раздельно от основных дифференциальных уравнений (1) не интегрируются.

Пусть материал нити деформируется по произвольно заданному нелинейному закону:

$$\sigma = \sigma(\varepsilon) \quad (3)$$

Подставляя (3) в уравнении (1), получим:

$$(1 + \varepsilon)\ddot{x} = (1 + x')\sigma' + \sigma\zeta \left[(1 + \varepsilon)x'' - (1 + x')(1 + \varepsilon)' \right] + D_1(s, t), \\ (1 + \varepsilon)\ddot{y} = y'\sigma' + \sigma\zeta \left[(1 + \varepsilon)y'' - y'(1 + \varepsilon)' \right] + D_2(s, t), \\ (1 + \varepsilon)\ddot{z} = z'\sigma' + \sigma\zeta \left[(1 + \varepsilon)z'' - z'(1 + \varepsilon)' \right] + D_3(s, t), \zeta = (1 + \varepsilon)^{-1}. \quad (4)$$

Отсюда видно, что дифференциальные уравнения пространственного движения гибкой нити, являются нелинейными относительно первых производных перемещения. Подстановка уравнения связи приводит к возрастанию степени нелинейности дифференциальных уравнений движения. Из уравнения (2) найдем:

$$(1 + \varepsilon)^2 = (1 + x')^2 + (y')^2 + (z')^2, (1 + \varepsilon)(1 + \varepsilon)' = (1 + x')x'' + y'y'' + z'z''. \quad (5)$$

учитывая, что $\sigma' = d_E\sigma(1 + \varepsilon)'$ дифференциальные уравнения движения (4) представим в виде:

$$\ddot{x} = \xi_{11}x'' + \xi_{12}y'' + \xi_{13}z'' + P_1(s, t), \\ \ddot{y} = \xi_{21}x'' + \xi_{22}y'' + \xi_{23}z'' + P_2(s, t), \\ \ddot{z} = \xi_{31}x'' + \xi_{32}y'' + \xi_{33}z'' + P_3(s, t), \quad (6)$$

где

$$\xi_{11} = h\zeta^3(1 + x')^2 + \sigma\zeta, \xi_{12} = \xi_{21} = h\zeta^3(1 + x')y', \xi_{23} = \xi_{32} = h\zeta^3 y'z', \\ \xi_{22} = h\zeta^3(y')^2 + \sigma\zeta, \xi_{33} = h\zeta^3(z')^2 + \sigma\zeta, h = [(1 + \varepsilon)d_E\sigma - \sigma].$$

При заданном законе деформирования (3), материала уравнения (6), служат для определения перемещения частиц нити $x(s, t)$, $y(s, t)$, $z(s, t)$. Коэффициенты ξ_{ij} являются нелинейными функциями первых производных искомого перемещений. Поэтому решения краевых задач о плоском или пространственном движении гибкой нити с помощью известных методов (например, метод разделения переменных, метод распространяющихся волн и т.д.) оказываются трудными. Наиболее эффективным при решении прикладных задач является метод характеристик[2].:

Пусть $w(s, t) = 0$ есть уравнение характеристической кривой.

Наряду с уравнениями (6), будем рассматривать следующие соотношения для полных производных искомого функций:

$$\begin{aligned}d(\dot{x}) - k d(x') &= f_1(s, t) dt + P_1(s, t) dt, \\d(\dot{y}) - k d(y') &= f_2(s, t) dt + P_2(s, t) dt, \\d(\dot{z}) - k d(z') &= f_3(s, t) dt + P_3(s, t) dt,\end{aligned}\tag{7}$$

где $f_j(s, t)$ – неизвестные пока функции; $k = d_T s$ – угловой коэффициент касательной к кривой $w(s, t) = 0$; $j = 1, 2, 3$.

Функции $f_j(s, t)$ в общем случае не могут одновременно равняться нулю, так как в противном случае уравнения (1), или (6) можно было бы представить в виде трех независимых волновых уравнений, описывающих движение нити в проекциях на оси x , y , z отдельно.

Учитывая, что $(\dot{x})' = (x')'$, $(\dot{y})' = (y')'$, $(\dot{z})' = (z')'$, уравнения (7) приводим к виду:

$$\begin{aligned}\ddot{x} &= k^2 x'' + f_1(s, t) + P_1(s, t), \\ \ddot{y} &= k^2 y'' + f_2(s, t) + P_2(s, t), \\ \ddot{z} &= k^2 z'' + f_3(s, t) + P_3(s, t).\end{aligned}\tag{8}$$

Уравнения (8) служат для определения неизвестных функций $f_j(s, t)$, где $j = 1, 2, 3$. Подставляя выражения (8) в систему (6), будем иметь:

$$(\xi_{11} - k^2)x'' + \xi_{12}y'' + \xi_{13}z'' = f_1(s, t),\tag{9}$$

$$\xi_{21}x'' + (\xi_{22} - k^2)y'' + \xi_{23}z'' = f_2(s, t),\tag{10}$$

$$\xi_{31}x'' + \xi_{32}y'' + (\xi_{33} - k^2)z'' = f_3(s, t).\tag{11}$$

На характеристической кривой $w(s, t) = 0$ вторые производные x'' , y'' и z'' имеют не единственные значения, поэтому системы уравнения (9) – (11) является линейно зависимыми, т.е. основной определитель данной системы равен нулю:

$$\begin{aligned}(\xi_{11} - k^2)(\xi_{22} - k^2)(\xi_{33} - k^2) + \xi_{13}\xi_{21}\xi_{32} + \xi_{12}\xi_{23}\xi_{31} - \xi_{13}\xi_{31}(\xi_{22} - k^2) - \\ - \xi_{12}\xi_{21}(\xi_{33} - k^2) - \xi_{32}\xi_{23}(\xi_{11} - k^2) = 0\end{aligned}\tag{12}$$

Чтобы найти характеристические корни уравнения (12), уравнения (10) и (11) умножим на неизвестные пока коэффициенты λ и μ соответственно и рассмотрим сумму всех трех уравнений системы (9)–(11):

$$\begin{aligned}(\xi_{11} - k^2 + \lambda\xi_{21} + \mu\xi_{31})x'' + [\xi_{12} + \lambda(\xi_{22} - k^2) + \mu\xi_{32}]y'' + \\ + [\xi_{13} + \lambda\xi_{23} + \mu(\xi_{33} - k^2)]z'' = f_1(s, t) + \lambda f_2(s, t) + \mu f_3(s, t).\end{aligned}\tag{13}$$

Далее потребуем, чтобы коэффициенты при производных x'' и z'' были равны нулю (так как λ и μ – произвольные коэффициенты); в результате получаем следующую систему:

$$\begin{aligned}\xi_{11} - k^2 + \lambda\xi_{21} + \mu\xi_{31} &= 0, \\ \xi_{13} + \lambda\xi_{23} + \mu(\xi_{33} - k^2) &= 0,\end{aligned}\tag{14}$$

$$[\xi_{12} + \lambda(\xi_{22} - k^2) + \mu\xi_{32}]y'' = f_1(s, t) + \lambda f_2(s, t) + \mu f_3(s, t).\tag{15}$$

Решая уравнение (14) относительно λ и μ , получаем

$$\lambda = \frac{(k^2 - \xi_{11})(k^2 - \xi_{33}) - \xi_{13}\xi_{31}}{(\xi_{21}(k^2 - \xi_{33}) + \xi_{23}\xi_{31})},\tag{16}$$

$$\mu = \left((k^2 - \xi_{11})\xi_{23} + \xi_{13}\xi_{21} \right) / \left(\xi_{21}(k^2 - \xi_{33}) + \xi_{23}\xi_{31} \right) \quad (17)$$

или, исключая коэффициенты ξ_{ij} , будем иметь:

$$\lambda = \frac{(1 + \varepsilon)^3 k^2 - (1 + \varepsilon)^2 \sigma - h g}{h (1 + x') y'},$$

$$\mu = \frac{z'}{1 + x'}, \text{ где: } g = (z')^2 + (1 + x')^2. \quad (18)$$

Рассмотрим уравнение (15). На характеристических кривых $w(s, t) = 0$ производная y'' имеет не единственное значение. Это условие будет выполнено тогда и только тогда, когда правая часть и коэффициент при производной y'' уравнения (15) одновременно равняются нулю, т.е:

$$\xi_{12} + \lambda (\xi_{22} - k^2) + \mu \xi_{32} = 0, \quad (19)$$

$$f_1(s, t) + \lambda f_2(s, t) + \mu f_3(s, t) = 0. \quad (20)$$

Исключая коэффициенты ξ_{ij} и подставляя в уравнение (19) значения λ и μ из (18), получим:

$$\zeta^3 (k^2 - \sigma \zeta) \{ (1 + \varepsilon) d_E \sigma - \sigma \} \left[(1 + x')^2 + (y')^2 + (z')^2 \right] - (k^2 - \sigma \zeta)^2 = 0.$$

Учитывая выражение (5), отсюда найдем:

$$k_{1,2} = (d_T s)_{1,2} = \pm \sqrt{d_E \sigma}, \quad k_{3,4} = (d_T s)_{3,4} = \pm \sqrt{\sigma \zeta}. \quad (21)$$

Таким образом, динамическая нагрузка вдоль рассматриваемой гибкой нити распространяется в сторону роста параметра s и в обратном направлении с двумя различными скоростями: $k_{1,2}$ и $k_{3,4}$. Волны, распространяющиеся со скоростью $k_{1,2}$, называются продольными волнами, а $k_{3,4}$ – поперечными. В дальнейшем берем значение скорости только в сторону роста параметра s , т.е только с одним индексом.

Из выражения (16) следует, что коэффициент λ является функцией параметра k^2 , а коэффициент μ от этого параметра не зависит:

$$\lambda_1(k_1) = \left((1 + \varepsilon)^3 d_E \sigma - (1 + \varepsilon)^2 \sigma - h g \right) / h (1 + x') y'; \quad \mu = -g / (1 + x') y'$$

где

$$g = (z')^2 + (1 + x')^2, \quad h = [(1 + \varepsilon) d_E \sigma - \sigma].$$

Умножим уравнения (7) на λ и μ соответственно и сложим все уравнения системы (7):

$$d(\dot{x}) + \lambda d(\dot{y}) + \mu d(\dot{z}) - k [d(x') + \lambda d(y') + \mu d(z')] - (P_1 + \lambda P_2 + \mu P_3) dt =$$

$$= (f_1 + \lambda f_2 + \mu f_3) dt. \quad (22)$$

Согласно выражению (20), правая часть последнего уравнения равняется нулю

$$d(\dot{x}) + \lambda d(\dot{y}) + \mu d(\dot{z}) - k [d(x') + \lambda d(y') + \mu d(z')] - (P_1 + \lambda P_2 + \mu P_3) dt = 0 \quad (23)$$

Подставляя в уравнение (23) соответствующие значения λ и μ , получаем:

$$\begin{aligned} & \left\{ (1 + \varepsilon)^3 d_E \sigma - (1 + \varepsilon)^2 \sigma - h g \right\} d(\dot{y}) + y' (1 + x') h d(\dot{x}) + x' z' h d(\dot{z}) + \\ & + y' (1 + x') h d(\dot{x}) + x' z' h d(\dot{z}) + \\ & + \sqrt{d_E \sigma} \left\{ (1 + \varepsilon)^3 d_E \sigma - (1 + \varepsilon)^2 \sigma - h g \right\} d(y') + \sqrt{d_E \sigma} x' (1 + x') h d(x') + \\ & + \sqrt{d_E \sigma} y' z' h d(z') - \left\{ (1 + \varepsilon)^3 d_E \sigma - (1 + \varepsilon)^2 \sigma - h g \right\} \mathcal{D}_2 dt - \\ & h (y' (1 + x') P_1 + y' z' P_3) dt = 0 \end{aligned} \quad (24)$$

$$\begin{aligned} & (1 + x') y' d(\dot{x}) - g d(\dot{y}) + y' z' d(\dot{z}) \mp \\ & \mp \sqrt{\sigma \zeta} [(1 + x') y' d(x') - g d(y') + y' z' d(z')] = \\ & = [(1 + x') y' P_1(s, t) - g P_2(s, t) + y' z' P_3(s, t)] dt \end{aligned} \quad (25).$$

где $g = (z')^2 + (1 + x')^2$, $h = [(1 + \varepsilon) d_E \sigma - \sigma]$.

Эквивалентность уравнения (24), (25) исходным уравнениям (1) или (6), можно проверить путем прямой подстановки.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Рахматулин Х.А., Демьянов Ю.А. Прочность при интенсивных кратковременных нагрузках: Изд. 2-е, допол. – М.: Университетская книга; Логос, 2009. – 512 с.
 [2] Бараев А. Вопросы теории распространения нелинейных волн в нитях и гибких связях. – Алматы: Наш мир, 2006. – 272 с.

REFERENCES

- [1] Rakhmatulin H.A., Demyanov Yu.A. Durability under intensive short-term loads: Ed.2 supplemented. M.: University Book; Logos, 2009. 512 p. (in Russ.).
 [2] Baraev A. Problems in the theory of nonlinear waves in the strands and flexible connections. Almaty: Nash mir, 2006. 272 p. (in Russ.).

ИКЕМДІ БАЙЛАНЫСТАРДЫҢ КЕҢІСТІК ҚОЗҒАЛЫСТАҒЫ ДИФФЕРЕНЦИАЛДЫ ТЕҢДЕУЛЕРІН ЖӘНЕ ОНЫҢ СИПАТТАМА ӘДІСІ АРҚЫЛЫ ШЕШІЛУІН ЗЕРТТЕУ

А. Бараев¹, М. Ж. Жұмабаев¹, А. Ж. Баймишева¹, А. Д. Ниязымбетов¹, М. Бариев²

¹Оңтүстік Қазақстан мемлекеттік педагогикалық институты, Шымкент, Қазақстан,

²Ташкент мемлекеттік техникалық университеті, Өзбекстан

Тірек сөздер: дифференциалды, теңдеулер, кеңістік, қозғалыстар.

Аннотация. Икемді байланыстардың кеңістік қозғалыстағы дифференциалды теңдеулері зерттелген және сипаттама әдісін қолдану арқылы мәселесі шешілген. Икемді байланыстардағы серпінді әсері арқылы пайда болған бойлық пен көлденең толқындар тарату жылдамдығы анықталған.

Поступила 03.11.2015 г.

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

PHYSICO-MATHEMATICAL SERIES

ISSN 1991-346X

Volume 6, Number 304 (2015), 71 – 77

**SIMULATION OF CURRENT-VOLTAGE CHARACTERISTICS
OF LOW-VOLTAGE ARC THERMIONIC ENERGY CONVERTERS****K. K. Makesheva, A. K. Kanatchinov**

Kazakh National Research Technical University after K. I. Satpayev, Almaty, Kazakhstan.

E-mail: mami_yep@yahoo.com

Keywords: thermionic energy converters, low-voltage arc, diffusion and arc modes of thermionic converter of thermal energy.

Abstract. In this paper conditions that exist in the thermionic converters of thermal energy into electrical (TEP) are considered. The aim is to study the effect of Coulomb collisions on the characteristics and low-temperature properties of weakly ionized plasma arc. The theoretical analysis of different modes of TEP on the basis of the equations of motion of electrons and ions in the plasma arc allowed to retrieve the model of low-voltage current-voltage characteristics of the arc with Coulomb collisions of plasma particles. Comparison of current-voltage characteristics with experiment shows that Coulomb collisions of particles are responsible for the linear growth of the arc current. The results allow to clarify the conditions of the TEP arc ignition and can be used in the correct physical interpretation of the processes in the low-voltage arc in a reactor endurance test of TEP.

УДК 621.039

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ВОЛЬТАМПЕРНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК
НИЗКОВОЛЬТНОЙ ДУГИ ТЕРМОЭМИССИОННЫХ
ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ ЭНЕРГИИ****К. К. Макешева, А. К. Канатчинов**Казахский национальный исследовательский технический университет им. К. И. Сатпаева,
Алматы, Казахстан

Ключевые слова: термоэмиссионные преобразователи энергии, низковольтная дуга, диффузионный и дуговой режимы работы термоэмиссионных преобразователей тепловой энергии.

Аннотация. В настоящей работе рассматриваются условия, которые существуют в термоэмиссионных преобразователях тепловой энергии в электрическую (ТЭП). Целью работы является изучение влияния кулоновских столкновений на характеристики и свойства низкотемпературной слабоионизованной плазмы дугового разряда ТЭП. Теоретический анализ различных режимов работы ТЭП на основе уравнения движения электронов и ионов в плазме дуги позволил получить модельные вольтамперные характеристики низковольтной дуги с учетом кулоновских столкновений частиц плазмы. Сравнение вольтамперных характеристик с экспериментом показывает, что кулоновские столкновения частиц ответственны за линейный рост тока дуги. Полученные результаты позволяют уточнить условия поджига дуги ТЭП и могут быть использованы в правильной физической интерпретации процессов в низковольтной дуге в условиях реакторных ресурсных испытаний ТЭП.

Интерес к исследованию физических процессов в низкотемпературной слабоионизованной плазме значительно возрос прежде всего для получения электрической энергии. В низкотемпературной плазме существенную роль играет диссипация за счет столкновений. В настоящей

работе рассматриваются условия, которые существуют в термоэмиссионных преобразователях энергии.

В отличие от обычных энергетических установок в термоэмиссионных преобразователях полностью отсутствуют механические движения (турбины, генераторы). Важное преимущество - это возможность работы при высоких температурах коллектора (анода), что важно для космоса, где сброс тепла затруднен, так как сброс происходит в основном излучением $\sim T^4$ (T – температура анода). Быстрое развитие работ по ТЭП было связано с космическими задачами. Непереработанное тепло сбрасывается в космосе тепловым излучением [1]. Темпы развития космонавтики ставят задачу обеспечения космических аппаратов энергетической мощностью в сотни киловатт. Солнечные батареи при указанных мощностях – дорогостоящие конструкции. Ядерная энергетическая установка с применением ТЭП тепловой энергии в электрическую обладает большими преимуществами: простота конструкции, относительная легкость сброса тепла из них в космическое пространство вследствие высокой температуры $\sim 1000-1400$ °K холодильника (анода). В работе [2] обсуждается возможность использования ТЭП в системе, предназначенной для экспедиции человека на Марс. ТЭП хорошо согласуется с дуговым плазменным движителем.

Физические основы действия ТЭП можно объяснить следующим образом: электронный газ эмитирует из нагретого электрода (катода) и попадает в «холодный» электрод (анод). Теплота Пельтье, поглощаемая электронами при эмиссии, в условиях высокой температуры (~ 2000 °K) больше выделяемой при конденсации на холодном электроде. В результате электронный газ в аноде обладает избыточной энергией, которую можно использовать при движении его от анода к катоду по внешней цепи. Поскольку эмиссия аналогична испарению, а теплота Пельтье - теплоте парообразования, то термоэмиссионный преобразователь есть обычная тепловая машина с электронным газом в качестве рабочего тела.

Основная часть энергии, которую забирает электрон при выходе из электрода или затрачивает на нагревание при входе в него равна работе выхода эмиттера (катода). Поэтому разность потенциалов на концах внешней цепи преобразователя оказывается порядка разности работ выхода катода и анода, т.е. около 1 В. Появление электрического тока вследствие нагревания электрода в вакууме впервые наблюдалось в 1915 году Шлихтером. В 1949 году А.Ф. Иоффе предложил проект вакуумного ТЭП, в основе которого лежит идея использования разности работ выхода катода и анода для получения электрической энергии [3]. Таким образом, вместо пара рабочим телом здесь служит электронный газ. Электронный газ, попадая на анод, выделяет меньше тепла, чем получил при выходе из катода. Избыточная энергия расходуется во внешней цепи, создавая в ней электрический ток.

Основное внимание теоретических и экспериментальных исследований направлено на изучение вольтамперных характеристик (ВАХ). Вольтамперные характеристики - единственный источник информации о процессах, происходящих в ТЭП. Основные режимы работы ТЭП: диффузионный, переходной и дуговой.

Диффузионный режим. Вследствие высокой плотности атомов цезия (Cs) движение электронов носит диффузионный характер. Рассеяние электронов происходит на атомах (нейтралях). Образование ионов идет за счет поверхностной ионизации на горячем катоде. Диффузионный ток был определен в работе [4]:

$$J_0 = 2Dn_0/L, \quad (1)$$

где D – коэффициент диффузии; n_0 – равновесная концентрация электронов; L – толщина зазора.

В ТЭП имеется плоский плазменный слой толщиной 1 мм. Плотность заряженных частиц $10^{12} - 10^{13}$ см⁻³, давление нейтрального газа ~ 1 мм рт. ст., степень ионизации $\sim 0,1 \div 1\%$, температура электронов $(1 \div 2) \cdot 10^3$ K. При зажигании дугового разряда возникают неустойчивости, приводящие к развитию турбулентности, которая исчезает в развитой дуге. Возникают спонтанные колебания тока определенной частоты. В работе [5] были получены ВАХ низковольтного дугового разряда без учета кулоновских столкновений, выяснены причины появления отрицательного участка. При определенных условиях $T_k > 2000$ °K плотность плазмы может расти до 10^{14} см⁻³, что приводит к линейному росту тока при увеличении напряжения и отсутствии тока насыщения ($I < < 1$).

В работе [6] была получена обобщенная ВАХ:

$$\left(U - \ln \frac{I}{1-I} - \frac{I}{v_0}\right) \left(U - \frac{a}{I}\right) = \varepsilon, \quad (2)$$

где $a = 2 \left(1 - \frac{T_k}{T_e}\right)$, $\varepsilon = 4 \frac{E_i D a}{T_e D_e} \ln \left(\frac{4}{\pi \delta}\right)$, T_k – температура катода; E_i – энергия ионизации цезия; U – полное падение потенциала в единицах $\frac{T_e}{e}$, $I = \frac{J}{J_r}$, J_r – ток Ричардсона.

Уравнение (2) есть вольтамперная характеристика низковольтной дуги с учетом кулоновских столкновений. Отрицательная ветвь сохранилась, а вся характеристика сдвинулась вправо в сторону увеличения падения напряжения плазмы [7].

Итак, при $I \ll 1$ получим:

$$\left(U - \frac{I}{v_0}\right) \left(U - \frac{a}{I}\right) = \varepsilon, \quad (3)$$

Уравнение энергетического баланса определяет плотность плазмы у катода:

$$v = \frac{UI - a}{\varepsilon}, \quad (4)$$

ВАХ в этом случае не имеет отрицательной ветви, нижняя граница кулоновского режима определяется уравнением:

$$v = 0, \quad (5)$$

Уравнение (3) дает связь между током и напряжением в дуговом разряде, и таким образом, оно представляет искомую вольтамперную характеристику дуги. Обычно $\varepsilon \ll 1$. Действительно, хотя $\frac{E_i}{T_e} \gg 1$ и оказывается около $10 \div 20$, а $\ln \frac{4}{\pi \delta} = 2 \div 4$, но $\frac{D a}{D_e} \sim \sqrt{\frac{m}{M}} \approx \frac{1}{500}$ (для Cs) и, таким образом $\varepsilon \approx 0,1$.

Это позволяет в первом приближении приравнять нулю каждый сомножитель, тогда получим:

$$U = \frac{a}{I}, \quad (6)$$

$$U = \frac{1}{v_0} I, \quad (7)$$

где v_0 – безразмерная проводимость плазмы.

Первое выражение (6) аппроксимирует ветвь ВАХ с отрицательным сопротивлением, второе (7) кулоновскую ветвь.

Истинные ВАХ для $\varepsilon \neq 0$ асимптотически стремятся к (6) и (7) при больших U . Участок отрицательного сопротивления появляется при низкой плотности плазмы, когда потерями на ионизацию можно пренебречь. По мере увеличения плотности плазмы роль кулоновских столкновений растет и ВАХ приобретает нормальный вид.

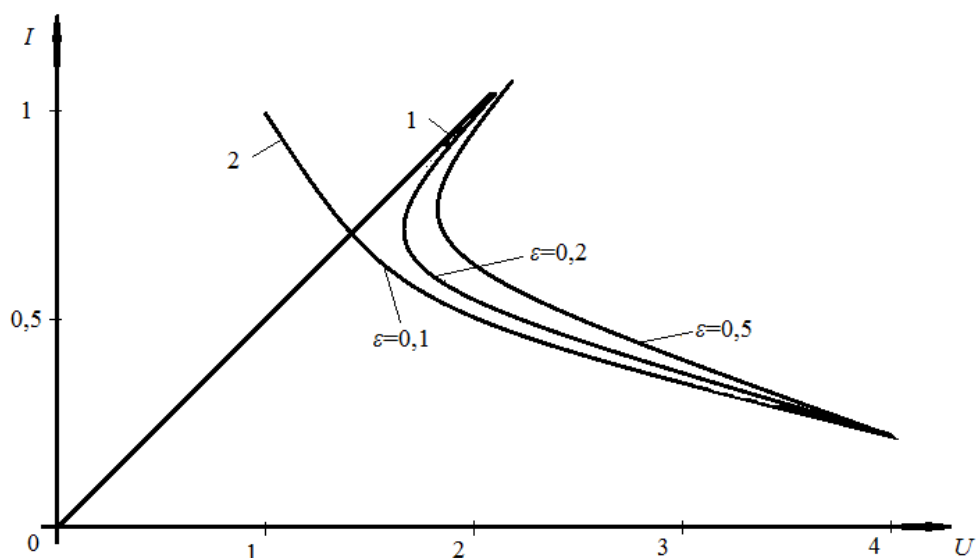
На рисунке приведены ВАХ для $a=1, \varepsilon=0,1; 0,2; 0,5$, а также графики асимптотических характеристик (6 и 7).

Возрастание плотности плазмы по мере развития дугового разряда приводит к росту кулоновских столкновений.

Полученные экспериментальные реакторные ресурсные испытания показывают, что линейный рост тока в ТЭП не может быть объяснен эффектом Шоттки, так как при $T_k \geq 2000$ °K пленка цезия на катоде испаряется [8].

Введение Cs приводит к существенному изменению работы выхода (φ) электродов. Плотность тока термоэлектронной эмиссии резко возрастает в присутствии паров Cs (Ленгмюр), что объясняется сильным снижением φ вследствие образования тонкого слоя адсорбированного цезия на поверхности электрода. Работа выхода таких катодов при полном залипании поверхности может снизиться до $1,5 \div 2$ эВ вместо $4 \div 5$ эВ на чистой поверхности металла.

С повышением температуры поверхность частично освобождается от пленки и φ постепенно возрастает. При $T_k \geq 2000$ °K ток линейно растет с напряжением.



Расчетные вольт-амперные характеристики низковольтной дуги ТЭП:
1 – соответствует выражению (7); 2 – соответствует выражению (6)

Мы предлагаем альтернативную интерпретацию. При больших $T_k \geq 2000 \text{ }^0\text{K}$ в объеме плазмы идет интенсивная ионизация. Растет плотность плазмы, которая является проводником тока. Вступают в действие кулоновские силы. Они достигают больших величин при малых отклонениях от условия нейтральности и благодаря своему медленному спаданию с расстоянием могут действовать сразу на большое количество частиц плазмы.

Итак, если при низких температурах катода $T_k \leq 2000 \text{ }^0\text{K}$ играют роль процессы на катоде (эффект Шоттки), то при высоких температурах $T_k \geq 2000 \text{ }^0\text{K}$ основную роль играет высокая плотность плазмы $n \geq 10^{14} \text{ см}^{-3}$ вследствие объемной ионизации и возрастает роль кулоновского взаимодействия электронов и ионов.

Резюмируя вышеуказанное можно сказать: мы получили истинные ВАХ низковольтной дуги ТЭП с учетом кулоновских взаимодействий, которые учитывают участок отрицательного сопротивления (характеристика 2) и при $T > T_k$, когда возрастает плотность плазмы и роль столкновений растет, ток становится пропорционален напряжению (характеристика 1).

Достоинства термоэмиссионных преобразователей проявляются при их расположении в активной зоне ядерного реактора. При этом термоэмиссионный преобразователь объединен с тепловыделяющим элементом. Такое устройство называется электрогенерирующий элемент (ЭГЭ), в котором ядерное топливо - диоксид урана, обогащенный по изотопу урана - 235, заключено в сердечник с оболочкой из тугоплавкого металла, цилиндрическая часть служит эмиттером электронов. Последовательное соединение ЭГЭ образует термоэмиссионную электрогенерирующую сборку (ЭГС). Активная зона, собранная из такой ЭГС, с регулированием системы теплосброса, подачи цезия и вывода электрической энергии образует термоэмиссионный реактор-преобразователь.

Одним из важнейших параметров термоэмиссионного преобразователя, определяющим его электрические характеристики, является вакуумная работа выхода электродов [8]. Результаты лабораторных исследований показали, что применение эмиттеров с высокой исходной работой выхода заметно улучшает коэффициент полезного действия преобразователя. При этом генерируемая мощность ТЭП достигается на более низком уровне температуры эмиттера, что увеличивает ресурс работы ТЭП.

Однако испытания ЭГЭ показали, что использование эмиттеров с высокой вакуумной работой выхода не привело к ожидаемому росту генерируемой мощности ЭГС. Отсюда следует искать причину в особенностях условий работы ЭГЭ в реакторе, которые существенно отличаются от работы лабораторных ТЭП. Эмиттерная оболочка ЭГЭ в реакторе подвергается интенсивному облучению нейтронами и γ -лучами, которые могут вызвать в ней нарушения кристаллической

решетки, что приводит к радиационному легированию, разбуханию топлива от накопления в нем осколков деления и другим дефектам.

Все это приводит в рабочих условиях на поверхности оболочки ЭГЭ к наложению ряда факторов, которые приводят к изменению исходной работы выхода.

Определение вклада ионизирующего излучения реактора, влияние двуокиси урана на работу выхода эмиттерной оболочки в составе ЭГЭ в процессе реакторного облучения при рабочих температурах в вакуумной среде, корректная интерпретация экспериментальных данных представляет как научный, так и практический интерес.

Результаты измерения работы выхода φ и термоэлектронных постоянных A тугоплавких металлов в лаборатории представлены в таблице 1, где φ определяется из формулы Ричардсона:

$$I = AT^2 \exp\left(-\frac{\varphi}{T}\right), \quad (8)$$

Таблица 1 – Термоэлектронные постоянные, полученные методом задержки

Материал	φ , эВ	Термоэлектронная постоянная, $A/cm^2 \cdot \text{град}^2$	Интервал температур, K
Mo(111)	4,3±0,03	68±15	1600–1900
Mo(110)	4,96±0,03	143±30	1650–1900
W(110)	5,26±0,03	140±30	1800–2300

Результаты измерения работы выхода φ и термоэлектронных постоянных A тугоплавких металлов при облучении в реакторе представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Величины φ и T монокристаллов, определенные при облучении в реакторе

Образец	φ , эВ	T , K	Постоянная, $A/cm^2 \cdot \text{град}^2$
Mo(111)	4,33±0,03	1700	120,4
Mo(111)	4,36±0,03	1850	120,4
Mo(110)	4,97±0,03	1870	120,4
W(110)	5,25±0,03	2100	120,4

Внутриреакторные исследования работы выхода эмиттерных материалов ЭГЭ в вакууме при нейтронном и гамма потоках в реальных температурных условиях и реакторных испытаниях ЭГС не выявили заметного влияния ионизирующего излучения реактора на работу выхода молибдена и вольфрама в течение 1000 часов. Из этого следует, что на поверхности не происходит заметного накопления дефектов, которые могут вызвать изменение работы выхода.

Из-за высокой температуры эмиттера возникающие дефекты отжигаются как в объеме, так и на поверхности образца. Таким образом, при высоких температурах при облучении ионизирующим излучением реактора в течение 1000 часов исключена вероятность накопления радиационных дефектов на поверхности или в приповерхностном слое образцов вследствие высокотемпературного отжига.

Резюме: Итак, мы имеем конкуренцию двух факторов: излучение реактора и температура эмиттера. Или на языке термодинамики конкуренция между энергией и энтропией. При низких температурах перевес на стороне реакторного излучения (энергия) и мы наблюдаем образование упорядоченных (с малой энтропией) низкоэнергетических структур, таких как дефекты. При высоких температурах эмиттера доминирует энтропия и в системе возрастает относительное движение, структурированность (система дефектов) разрушается и по мере увеличения температуры вероятность накопления радиационных дефектов уменьшается - наступает процесс отжига.

Итак, если приписать энтропию S_1 состоянию с большим количеством дефектов при температуре T_1 , а S_2 - с меньшим количеством дефектов при T_2 , то согласно принципу Больцмана:

$$S_1 - S_2 = k \cdot \ln \frac{w_1}{w_2}, \quad (9)$$

где w_1, w_2 – вероятности состояний 1 и 2; k – постоянная Больцмана.

Отсюда вытекает, что вероятность состояния больше для состояний, где больше энтропия, или состояние с работой выхода после отжига более вероятнее (более устойчиво), чем состояние с работой выхода до отжига, но в поле облучения.

Важным случаем неравновесных процессов являются необратимые стационарные процессы, при которых граничные условия, наложенные на систему, не позволяют ей достичь равновесного состояния. В ТЭП благодаря внешним воздействиям поддерживается постоянный перепад разности потенциалов. В таких стационарных состояниях производство энтропии, в противоположность равновесным состояниям, не исчезает [9].

Для ТЭП источник энтропии или производство энтропии описывается формулой термодинамики необратимых процессов:

$$\frac{ds}{dt} = IU, \quad (10)$$

где $S \rightarrow \frac{S}{k}$, $T \rightarrow \frac{t}{\tau}$, τ – время релаксации; k – постоянная Больцмана; I – термодинамический поток (ток) – скорость необратимых процессов; U – термодинамическая сила – напряжение.

В диффузионном режиме ток постоянен (формула 1) и не зависит от напряжения:

$$\frac{ds}{dt} = \text{const}U, \quad (11)$$

В переходном режиме от диффузионного к дуговому режиму:

$$\frac{ds}{dt} = IU = 2 \left(1 - \frac{Te}{Tk} \right), \quad (12)$$

В дуговом (кулоновском) режиме:

$$\frac{ds}{dt} = IU = \nu_0 U^2, \quad (13)$$

Резюме: Минимальное производство энтропии имеет место при диффузионном и дуговом режиме, там, где имеет место отклонение от равновесного состояния, т.е. имеет место линейная слабо неравновесная термодинамика. Кулоновские столкновения приводят к затуханию флуктуаций [6].

Переходный режим от диффузионного к дуговому (выражение 6) есть область далекая от равновесия, где основную роль играют нелинейные уравнения. По мере удаления от равновесного состояния ТЭП теряет устойчивость. Малые флуктуации приводят к новым пространственным и временным структурам. Развивается турбулентность, появляются спонтанные колебания тока разряда определенной частоты, возникают сгустки плазмы – новые структуры.

Таким образом, в стационарном состоянии производство энтропии достигает минимального возможного значения. Эта область линейных процессов, где справедлива теорема Пригожина [10].

По другому обстоит дело в нелинейных неравновесных системах. Здесь не существует функций состояния, которые имели бы экстремум в стационарном состоянии; производство энтропии не должно быть минимальным. Изменение производства энтропии, обусловленное изменением напряжения, может быть как положительным, так и отрицательным.

Теоретические и экспериментальные исследования режимов работы ТЭП, правильная физическая интерпретация процессов в низковольтной дуге позволяют уточнить условия поджига дуги, выяснить влияние различных факторов на устойчивость характеристик дугового разряда.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Стаханов И.П. и др. Физические основы термоэмиссионного преобразования энергии. – М.: Атомиздат, 1973. – 374 с.
 [2] Ставиский У.А. Ядерная энергия для космических полетов // Успехи физических наук. – 2007. – т. 177. – № 11. – С. 50-60.
 [3] Иоффе А.Ф. Полупроводниковые элементы. – М.: Изд. АН СССР, 1960. – 93 с.
 [4] Мойжес Б.Я., Пикус Г.Е. Термоэмиссионные преобразователи и низкотемпературная плазма. – М.: Изд. Наука, 1973. – 480 с.

- [5] Стаханов И.П., Касиков И.И. Вольтамперные характеристики низковольтного дугового разряда // Журнал технической физики. – 1969. – вып. 8. – С. 1130-1135.
- [6] Канатчинов А.К., Стаханов И.П. Вольтамперные характеристики низковольтного дугового разряда с учетом кулоновских соударений // Известия АН СССР, серия: физ.-мат. – 1972. – № 6. – С. 64-66.
- [7] Макешева К.К. Канатчинов А.К. Производство энтропии в термоэмиссионных преобразователях тепловой энергии в электрическую // Труды межд. конф. «Информационные и телекоммуникационные технологии: образование, наука, практика». – Алматы: КазНТУ им. К.И. Сатпаева, 2012. – том 2. – С. 541-547
- [8] Бекмухамбетов Е.С. Экспериментальная база ИЯФ НЯЦ РК для исследования электрогенерирующих сборок термоэмиссионного реактора-преобразователя и результаты работ за период 1969-1991 гг. – Алматы: Изд. ИЯФ НЯЦ РК, 2009. – 294 с.
- [9] Денбиг К. Термодинамика стационарных необратимых процессов. – М.: Иностранная литература, 1954. – 170 с.
- [10] Пригожин И. Введение в термодинамику необратимых процессов. – М.: Иностранная литература, 1960. – 200 с.

REFERENCES

- [1] Stakhanov IP and others. Physical basis of thermionic energy conversion. M.: Atomizdat, 1973, 374 p. (in Russ.)
- [2] Stavisky U.A. Nuclear energy for space missions. Successes of physical sciences. 2007 t. 177. № 11, 50-60 p. (in Russ.)
- [3] Ioffe A.F. Semiconductor components. M.: Publishing House. Academy of Sciences of the USSR, 1960, 93 p. (in Russ.)
- [4] Moizes B.J., Picos G.E. Thermionic converter and low-temperature plasma. M.: Science Publishing House, 1973, 480 p. (in Russ.)
- [5] Stakhanov I.P., Kasikov I.I. The current-voltage characteristics of the low-voltage arc discharge. Journal of technical physics. 1969, Vol. 8, 1130-1135 p. (in Russ.)
- [6] Kanatchinov A.K., Stakhanov I.P. The current-voltage characteristics of the low-voltage arc discharge with Coulomb collisions. Bulletin of the USSR Academy of Sciences, phys.-mat. series. 1972, № 6, 64-66 p. (in Russ.)
- [7] Makesheva K.K., Kanatchinov A.K. Entropy production in the thermionic converter of thermal energy into electrical. Proceedings of the Int. Conf. "Information and communication technologies: education, science and practice." - Almaty: KazNTU after K.I. Satpayev, 2012. Volume 2, 541-547 p. (in Russ.)
- [8] Bekmukhambetov E.C. Experimental base IYF NYZ RK for the study of electricity assemblies thermionic converter reactor and the results of work for the period 1969-1991. Almaty, IYF NYZ RK Publishing House, 2009, 294 p. (in Russ.)
- [9] Denbigh K. Thermodynamics stationary irreversible processes. M.: Foreign literature, 1954, 170 p. (in Russ.)
- [10] Prigogin I. Introduction to the thermodynamics of irreversible processes. M.: Foreign literature, 1960, 200p. (in Russ.)

ТЕРМОЭМИССИОНДЫ ЭНЕРГИЯ ТҮРЛЕНДІРГІШТЕРІНІҢ ТӨМЕНГІ ВОЛЬТТЫ ДОҒАСЫНЫҢ ВОЛЬТ АМПЕРМЕТРЛІК СИПАТТАМАСЫН МОДЕЛЬДЕУ

К. К. Макешева, А. К. Канатчинов

Қ. И. Сәтбаев атындағы қазақ ұлттық зерттеу техникалық университеті, Алматы, Қазақстан

Тірек сөздер: термоэмиссионды энергия түрлендіргіштері, төменгі вольтты доға, жылу энергиясының термоэмиссионды түрлендіргіштерінің диффузионды және доғалық жұмыс режимі.

Аннотация. Мақалада термоэмиссионды жылу энергиясын электр энергиясына түрлендіргіштерінің (ТЭТ) шарттары қарастырылады. Жұмыстың мақсаты ретінде ТЭТ температурасының төменгі ионизациялық плазманың доғалық разрядының қасиеттерін және кулондық соқтығысулардың әсерін ұғыну. ТЭТ әр түрлі жұмыс режиміндегі теориялық анализ электрондардың қозғалу жылдамдығымен және плазма доғасының ионының модельдік төменгі вольтты плазма бөлшегінің кулондық соқтығысуын ескере отырып вольтамперметрлік сипаттамасын алуға мүмкіндік берді. Тәжірибе жүзіндегі вольтамперметрлік сипаттамасы, бөлшектердегі кулондық соқтығысулар доғадағы токтың сызықты өсуіне тікелей тәуелді. Алынған нәтижелер ТЭТ доғасын поджиг шартын нақтылауға және төменгі вольтты доғадағы реакторлық ресурс үрдістерінің дұрыс физикалық интерпретациясына қолданылады.

Поступила 03.11.2015 г.

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

PHYSICO-MATHEMATICAL SERIES

ISSN 1991-346X

Volume 6, Number 304 (2015), 78 – 82

**PRINCIPLE OF EVIDENTNESS
IS «GOLD RULE OF DIDACTICS»**

Zh. K. Dyusembina, A. A. Tumenbayeva

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

E-mail: zdyusembina@mail.ru

Key words: the visibility, didactic principles, "the golden rule " of didactic the visibility's function.

Abstract. Due to technological progress, more attention is paid to the visibility of information, and thereby other species is forgotten, particularly the volume. The principle of visibility in the educational process provides the link between scientific theory and material reality. Visibility is used as a means of knowledge of the new, to illustrate the idea of observation, better remember material. The need to select priority areas of intellectual development of students requires a more responsible attitude to the use of the modified visual applications. In connection with this proposed do not focus on visual visual applications, namely volume, for a better development of motor skills in students. This article describes the history, features, classification and practical use of visibility.

УДК 372.851

**ПРИНЦИП НАГЛЯДНОСТИ –
«ЗОЛОТОЕ ПРАВИЛО ДИДАКТИКИ»**

Ж. К. Дюсембина, А. А. Туменбаева

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

Ключевые слова: наглядность, дидактические принципы, «золотое правило дидактики», функции наглядностей.

Аннотация. В силу научно-технического прогресса все больше внимания уделяется информационным наглядностям и тем самым забываются другие виды наглядностей, в частности объемные. Принцип наглядности обеспечивает в учебном процессе связь между научной теорией и материальной действительностью. Наглядность применяется и как средство познания нового, и для иллюстрации мысли, и для развития наблюдательности, и для лучшего запоминания материала. Необходимость выбора приоритетных направлений интеллектуального развития учащихся обязывает более ответственно относиться к применению модифицированных наглядных приложений. В связи с этим предлагается делать упор не на визуальные наглядные приложения, а именно на объемные, для более лучшего развития моторики у учащихся. В статье рассмотрены история, функции, классификация наглядностей и их практическое применение.

*Математике изучает не сами предметы и явления
окружающей жизни, а «пространственные формы и
количественные отношения действительного мира».*

Ф. ЭНГЕЛЬС

Основная функция школьного обучения, к какому бы предмету она не относилась, заключается в обеспечении единства в выборе методов и средств учебной деятельности. В результате исследований выработаны дидактические принципы, которые являются совокупностью тех требований, которым должен соответствовать весь учебный процесс. В обучении математике большую роль

играет принцип наглядности. Согласно толкового словаря, принцип наглядности – это один из принципов обучения, основанный на показе конкретных предметов, процессов, явлений.

Принцип наглядности в обучении означает привлечение различных наглядных средств в процесс усвоения учащимися знаний и формирования у них различных умений, и навыков.

Сущность принципа наглядности состоит в обогащении учащихся чувственным познавательным опытом, необходимым для полноценного овладения абстрактными понятиями.

Известно, что ощущения человека, получаемые от внешнего мира, являются первой ступенью его познания [1]. На следующей ступени приобретаются знания в виде понятий, правил, законов. Чтобы знания учащихся были осознанными и отражали объективно существующую действительность, процесс обучения должен обеспечить опору их на ощущения. Наглядность как раз и выполняет эту функцию.

Идея принципа наглядности занимала важное место в истории педагогики. Он является одним из самых древнейших принципов, так как к нему обращались еще тогда, когда не было ни письменности, ни школы.

В разные хронологические рамки разные мыслители, педагоги вносили вклад в развитие этого принципа. Например, в XV-XVI вв. значительный вклад внесли Т. Мор, Ф. Рабле, Т. Кампанелла. Сторонником идеи наглядности был Франсуа Рабле (1494–1553). Он советовал связывать обучение с окружающей действительностью. Реализуя наглядные методы обучения, Ф. Рабле предлагал органически сочетать в процессе обучения умственные занятия с физическими упражнениями и активной деятельностью, включающей практическое освоение различных ремесел [5]. Стремительными темпами принцип наглядности начал распространяться в XVII веке. Ее сторонниками были известные просветители М. Монтегю и Ф. Бэкон, а также Я.А. Коменский, которым было сформулировано «золотое правило дидактики»: эффективность обучения зависит от целесообразного привлечения органов чувств к восприятию и переработке учебного материала. Я.А. Коменский, а затем и Г. Песталоцци противопоставляли наглядность схоластическому вербальному преподаванию. Немного позднее Г. Песталоцци сформулировал положения, показывающие, что наглядность выступает в роли «верховного начала» обучения:

1. Правильно видеть и слышать есть первый шаг к житейской мудрости.
2. Только истина, вытекающая из наблюдений, препятствует вторжению, в душу человека предрассудков и заблуждений.
3. Чем большим количеством органов чувств мы познаем предмет, тем правильнее наши суждения о нем [1].

Но стоит отметить, что Г. Песталоцци переоценивал наглядность, считая ее основой всякого познания. Ведь на разных этапах изучения учебного материала наглядности выполняют разные функции и бывают случаи, когда в них и вовсе нет необходимости.

А К. Д. Ушинский, основоположник русской научной педагогики, отмечает, что наглядность должна отвечать всем тем особенностям психологического развития детей, особенно того возраста, когда мышление формулируется за счет «форм, красок, ощущений». По его мнению, обучение должно строиться на конкретных образах и живом созерцании.

Наглядность содействует выработке у учащихся эмоционально-оценочного отношения к сообщаемым знаниям. Проводя самостоятельные опыты, ученики могут убедиться в истинности приобретаемых знаний, в реальности тех явлений и процессов, о которых, им рассказывает учитель. А уверенность в истинности полученных сведений, убежденность в знаниях делают их осознанными, прочными. Средства наглядности повышают интерес к знаниям, делают более легким процесс их усвоения, поддерживают внимание ребенка [3].

Существуют следующие правила использования принципа наглядности:

- наличие достаточного количества наглядности;
- рациональное определение времени использования средств наглядности;
- устранение перегрузки урока наглядными средствами;
- привлечение к восприятию всех органов чувств;
- рациональное сочетание слова и средств наглядности.

Средства наглядности могут быть использованы на всех этапах обучения: при объяснении нового материала, закреплении ранее изученного, формировании умений и навыков, при решении

задач, а также при проверке усвоения учебного материала [2]. В зависимости от этапа обучения наглядности могут выполнять различные функции.

Функции наглядностей (рисунок 1):



Рисунок 1 – Функции наглядностей

Но стоит помнить, что как любой прикладной инструмент в обучении, наглядности помимо положительных качеств могут иметь и отрицательные. Чрезмерное или неправильное использование наглядностей могут затруднить формирование понятий, то есть отвлечь учеников от существенных качеств изучаемого объекта и сконцентрировать внимание на второстепенных. Или же постоянное использование наглядностей могут мешать развитию логического мышление, когда ученик пытается представить тот или иной процесс, а учитель раньше времени показывает ожидаемый результат [6].

В современной дидактике понятие наглядности относится к различным видам восприятия (зрительным, слуховым, осязательным и др.). Ни один из видов наглядных пособий не обладает абсолютными преимуществами перед другим. Согласно концепции Т.А. Ильиной наглядности в зависимости от степени абстрактности можно классифицировать следующим образом [4] (рисунок 2):

Чтобы правильно подобрать наглядное пособие учителю необходимо ответить для себя на 3 вопроса:

1. Зачем (с какой целью) используется это наглядное пособие?
2. Где (в какой момент урока) будет использовано это наглядное пособие?
3. Смогут ли учащиеся самостоятельно изготовить и работать с этим наглядным пособием?

Также существуют признаки, по которым можно и нужно отличать наглядные пособия (по Б.Т. Лихачеву):

1. Любое наглядное пособие – модель реального процесса либо видоизмененный процесс, явление и пр.
2. Наглядное пособие – учебная модель, если она создается для лучшей организации познавательной деятельности.



Рисунок 2 – Виды наглядностей

3. Наглядное пособие – всегда средство познания и обучения, а не цель. Оно приближает процесс познания к отражению оригинала, к представлению реальных предметов и явлений в природных или общественных условиях их существования.

4. Наглядное пособие формирует чувственный образ, из которого на основе умозаключений делается вывод [5].

В силу научно-технического прогресса, развития информационных технологий большое применение получили звуковые, графические и изобразительные наглядности, в виде различных демонстраций, в частности презентаций. В этом можно было убедиться во время прохождения государственной производственной практики в школе. Так как все больше внимания уделяется именно информационным технологиям тем самым забываются, например, объемные наглядности. Хотя необходимо помнить о том, что не все школы республики оснащены новыми технологиями и к тому же не каждый ученик может понять изображение стереометрических фигур на интерактивных досках. Например, было замечено, что многие старшеклассники не могут представить сечение. Естественно это связано с меньшим использованием на уроках геометрии объемных макетов геометрических фигур. Поэтому мы думаем, что все должно быть в меру. Необходимо применять информационные технологии, но и про традиционные наглядности следует помнить.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Фридман Л.М. Наглядность и моделирование в обучении. – М.: Знание, 2010. – 80 с.
 [2] Шахмаев Н.М. Технические средства обучения. – М.: Просвещение, 2009. – 125 с.
 [3] Югова Л.Б. Использование мультимедиа технологий на уроках математики. – URL: <http://www.uchportal.ru/publ/15-1-0-286> (дата обращения: 30. 09. 2014).
 [4] Петров А.В., Попова Н.Б. Классификация средств наглядности в современной системе обучения. – УДК 373.1.013. Мир науки, культуры, образования. – Вып. № 2/2007.
 [5] Рогановский Н.М., Рогановская Е.Н. Методика преподавания математики в средней школе. – Ч. 1: Общие основы методики преподавания математики (общая методика).
 [6] Владимирцева С.А. Теория и методика обучения математике: Общая методика. – Барнаул: БГПУ, 2007. – 189 с.: ил.

REFERENCES

- [1] Fridman L.M. Nagljadnost' i modelirovanie v obuchenii. – M.: Znanie, 2010. – 80 s.
- [2] Shahmaev N.M. Tehnicheskie sredstva obuchenija. – M.: Prosveshhenie, 2009. – 125 s.
- [3] Jugova L.B. Ispol'zovanie mul'timedia tehnologij na urokah matematiki. – URL: <http://www.uchportal.ru/publ/15-1-0-286> (data obrashhenija: 30. 09. 2014).
- [4] Petrov A.V., Popova N.B. Klassifikacija sredstv nagljadnosti v sovremennoj sisteme obuchenija. – UDK 373.1.013. Mir nauki, kul'tury, obrazovanija. – Вып. № 2/2007.
- [5] Roganovskij N.M., Roganovskaja E.N. Metodika prepodavanija matematiki v srednej shkole. – Ch. 1: Obshhie osnovy metodiki prepodavanija matematiki (obshhaja metodika).
- [6] Vladimirceva S.A. Teorija i metodika obuchenija matematike: Obshhaja metodika. – Barnaul: BGPU, 2007. – 189 s.: il.

КӨРІНУ ҚАҒИДАТЫ – «АЛТЫН ЕРЕЖЕ ДИДАКТИКАСЫ»

Ж. К. Дюсембина, А. А. Туменбаева

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

Тірек сөздер: көрнекілік, дидактикалық принциптер, дидактиканың «алтын ережесі», көрнекілік құралдардың функциялары.

Аннотация. Ғылым мен техниканың дамуына орай, жаңа талапқа сай, ақпараттық көріністерге көп назар аударылады, соған байланысты көрнекіліктердің басқа ойлану қасиетын дамытуға арналған түрлері ұмытылуда, мысалға көлемді көріністер. Оқу процесінде - көріністік принципі ғылыми теория мен материалдық шындық арасындағы байланысты көрсетеді. Көріну материалдары жақсы есте сақтау, оқу материалының идеясын суреттеу, жаңа білім құралы ретінде пайдаланылады. Оқушылардың интеллектуалдық дамуы үшін, өзгертілген, жаңаша модельленген, көрнекті қосымшаларды пайдалану неғұрлым жауапты көзқарасты талап етеді. Осыған байланысты оқушылардың моторикасын дамыту үшін, әдеттегідей көзге көрнекі құралдарына емес, қолмен ұстауға келетін құралдарға назар аудару ұсынылған. Осы мақалада көріністің тарихы, функциялары, классификациясы және практикалық пайдалануы қараластырылған.

Поступила 03.11.2015 г.

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

PHYSICO-MATHEMATICAL SERIES

ISSN 1991-346X

Volume 6, Number 304 (2015), 83 – 87

**GREENING OF EDUCATION AS A BASIS OF THE FORMATION
OF ECOLOGICAL COMPETENCE OF STUDENTS****Zh. K. Dyusembina, A. M. Baidildinova**

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

E-mail: abaidildinova@mail.ru

Keywords: global environmental challenges; greening education; environmental disaster zone; critical condition; formation of ecological competence.

Abstract. The experience of recent decades indicates that attempts to stop the onset of the global environmental crisis using economic measures do not succeed for the reason that the mass consciousness of mankind is based on consumer attitude towards nature. Therefore, without a new system of views on the world and man's place in it, the future generations, as a species are doomed to physical and spiritual destruction. Solutions to environmental and social issues, both global and regional nature is possible only if a new type of ecological culture, greening education in accordance with relevant the needs of the individual and civil society. A significant role in education which is associated with the problems of environment belongs to a secondary school where the principles of science are studied, on the basis of this higher culture of relationships with nature is formed. At the present stage the main task of environmental education and education of pupils is to overcome students' utilitarian consumer attitude towards nature, in the formation of responsible attitude to it in connection with all aspects of consciousness: scientific, ideological, artistic, aesthetic, moral, legal, which form the basis of scientific worldview. Nowadays the formation of ecological culture of pupils' faces a number of difficulties. As at the school ecology is interdisciplinary science therefore teachers of basic sciences often do not pay enough attention to it, considering ecological material in their lessons as additional, illustrative, and as the result is not obligatory and of minor importance.

УДК 372.851, 574

**ЭКОЛОГИЗАЦИЯ ОБРАЗОВАНИЯ –
КАК ОСНОВА ФОРМИРОВАНИЯ
ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ КОМПЕТЕНТНОСТИ УЧАЩИХСЯ****Ж. К. Дюсембина, А. М. Байдильдинова**

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

Ключевые слова: глобальные экологические проблемы; экологизация образования; зоны экологического бедствия; критическое состояние; формирование экологической компетентности.

Аннотация. Опыт последних десятилетий показывает, что попытки приостановить наступление глобального экологического кризиса экономическими мерами не приносят успеха по той причине, что массовое сознание человечества имеет в своей основе потребительское отношение к природе. Поэтому без новой системы взглядов на мир и место человека в нем будущие поколения, как биологический вид, обречены на физическое и духовное уничтожение. Решение экологических и социальных проблем как глобального, так и регионального характера возможно только при условии создания нового типа экологической культуры, экологизации образования в соответствии с актуальными нуждами личности и гражданского общества. Значительная роль в просвещении, связанном с проблемами окружающей природной среды, принадлежит общеобразовательной школе, именно в ней изучаются основы наук, на базе которых формируется высокая культура отношения к природе. Главная задача – экологического образования и воспитания учащихся на

современном этапе состоит в преодолении у учащихся утилитарно-потребительского отношения к природе, в формировании ответственного отношения к ней в связи со всеми сферами сознания: научной, идеологической, художественной, эстетической, нравственной, правовой, которые составляют основу научного мировоззрения. На сегодняшний день формирование экологической культуры у школьников встречает ряд трудностей. Так как в школе экология носит междисциплинарный характер, и поэтому учителя основных наук, зачастую, не уделяют ему должного внимания, считая экологический материал на своих уроках дополнительным, иллюстративным, а значит, необязательным, второстепенным.

Проблемы экологии в современную эпоху приобретает все большее значение. Взаимоотношения общества и природы носят сложный и противоречивый характер. Развитие производительных сил общества, технологий различных производств, знаний и навыков людей привело к возрастанию их влияния на природу. Однако со временем человечество все больше попадало в зависимость от природных ресурсов, которая усиливалась с развитием промышленного производства. В свою очередь, это повлекло за собой ряд глобальных экологических проблем: перепотребление первичного продукта привело к выходу человечества за границы своей экологической ниши; производство материалов с применением температур и давлений, гораздо выше существующих в природе, породило горы неразлагаемых отходов; фрагментация ландшафтов вызвала нарушение среды обитания животных и растений; сокращение видового разнообразия снизило устойчивость экосистемы. Все эти проблемы вызваны вмешательством людей в природные процессы, которое было бы невозможным без применения технических средств [3].

Зонами экологического бедствия в Республики Казахстан по прежнему являются Аральский и Семипалатинский регионы, где произошли разрушения естественных экологических систем, деградация флоры и фауны и вследствие неблагоприятной экологической обстановки нанесен существенный вред здоровью населения. В настоящее время в регионах, прилегающих к бывшему Семипалатинскому полигону, отмечается высокий уровень онкологической заболеваемости и смертности населения, болезней системы кровообращения, пороков развития среди новорожденных и эффектов преждевременного старения. В зоне экологического бедствия Приаралья наблюдается высокий уровень желудочно-кишечных заболеваний и анемии, особенно среди женщин и детей, детской смертности и врожденной патологии. Истощение и загрязнение водных ресурсов, а также проблемы, связанные с интенсивным освоением ресурсов шельфа Каспийского моря. Казахстан относится к категории стран с большим дефицитом водных ресурсов. В настоящее время водные объекты интенсивно загрязняются предприятиями горнодобывающей, металлургической и химической промышленности, коммунальными службами городов и представляют реальную экологическую угрозу [2].

Наиболее острыми проблемами в области управления отходами являются «исторические загрязнения». Сегодня они отрицательно влияют не только на здоровье, окружающую среду, но и на устойчивое развитие страны в целом. Одним из видов «исторических загрязнений» являются стойкие органические загрязнители (далее – СОЗ).

Казахстан, благодаря международно-признанным экологическим инициативам по проблемам Арала, Семипалатинского ядерного полигона, широко известен и поддерживается международным сообществом. Для международного сообщества большое значение имеет также возможность через трансграничные и региональные программы гармонизировать политику и подходы Европейского и Азиатского регионов, гармонизировать экологические и иные стандарты, играющие всевозрастающую роль в вопросах международной торговли, энергетики, транспорта, туризма и других [6].

Проблема взаимоотношения общества и природы – есть глобальная общечеловеческая проблема, поэтому без новой системы взглядов на мир и место человека в нем будущие поколения, как биологический вид, обречены на физическое и духовное уничтожение. Решение экологических и социальных проблем как глобального, так и регионального характера возможно только при условии создания нового типа экологической культуры, экологизации образования в соответствии с актуальными нуждами личности и гражданского общества. Потребность в экологическом образовании определяется необходимостью обеспечения благоприятной среды для жизнедеятельности человека, поскольку разрушение системы экологических отношений и отсутствие ответственности перед будущими поколениями являются одной из составляющих кризисной экологической ситуации.

Для решения экологических проблем в Казахстане необходимо формирование экологической компетентности у разных социальных слоёв населения, и в первую очередь – у учащейся молодёжи. Актуальность данного вопроса вызвана тем, что любая профессиональная деятельность в настоящее время зависит от влияния (в той или степени) экосистем различного уровня. В современных условиях культура профессиональной деятельности включает решение человеком любых производственных и экологических проблем с учётом приоритетности природных факторов, учитывая их особую важность для сохранения среды жизни людей, то есть культура производственных процессов обогащается культурой экологической, и в частности экологической компетентностью.

Формирование экологической компетентности – проблема социальная, касающаяся членов общества всех возрастов и социальных групп, потому что именно общество должно создавать определённые условия для данного процесса – развитые социальные институты, существующие общественные организации экологической направленности, возможность свободного воплощения экологических знаний и умений, участие в экологических практиках [5].

Экологизация системы образования, как отмечает Н. М. Мамедов, – это характеристика тенденций проникновения экологических идей, понятий, принципов, переходов в другие дисциплины, а также подготовка экологически грамотных специалистов самого различного профиля. Именно в наши дни требуется экологизация вообще всей системы образования и воспитания. Финальная цель данной трансформации – проникновение современных экологических идей и ценностей во все сферы общества. Ибо только так, через экологизацию всей общественной жизни, можно спасти человечество от экологической катастрофы.

Несмотря на то, что в последнее десятилетие произошла некоторая экологизация учебных предметов, и в школах накоплен опыт экологического образования учащихся, формирование экологической культуры у школьников встречает ряд трудностей. Так как экологическое образование в школе носит междисциплинарный характер, поэтому учителя основных наук, зачастую не уделяют ему должного внимания, считая экологический материал на своих уроках дополнительным, иллюстративным, а значит необязательным, второстепенным. Но экологическое образование должно стать приоритетным направлением совершенствования общеобразовательных систем, так как экологизация образования является одним из важнейших условий снижения техногенной нагрузки на биосферу [4].

В целях экологизации образования, мы предлагаем ввести факультативный курс по математике, на котором учащиеся будут познавать экологию, через решение различного рода математических задач и заданий с экологическим содержанием.

Задачи экологической направленности будут разработаны на основе следующих тем по математике:

1. Сотня. Сложение и вычитание.

Задача №1: продолжительность жизни, занесенного в красную книгу Казахстана, ирбиса составляет 13 лет, а продолжительность жизни серого варана, также занесенного в красную книгу на 5 лет меньше. Какова продолжительность жизни серого варана?

Килограмм. Литр. Метр.

Задача №2: Средний вес аргали составляет 70 кг, а вес манула – 4 кг. На сколько кг аргали весит больше чем манула?

2. Задачи на разностное сравнение чисел.

Задача №3: Осина за сутки выпивает 66 л воды, а берёза – 60 л. На сколько литров больше выпивает воды осина, чем берёза?

3. Табличное умножение и деление.

Задача №4: У мухи 2 крыла, а у стрекозы, шмеля, пчелы в 2 раза больше. Сколько крыльев у стрекозы, шмеля и пчелы?

4. Задачи на проценты.

Задача №5: Из 105 водных объектов Казахстана к разряду чистых относятся лишь 18. Сколько процентов всех водных объектов Казахстана составили чистые реки?

5. Сложение и вычитание многозначных чисел.

Задача №6: Общее количество вредных выбросов от автотранспорта составило 528 336 тонн за 2006 год, а к 2010 году количество выбросов возрастает до 1 179 235 тонн. На сколько тонн больше стало количество выбросов от автотранспорта в 2010 году по сравнению с 2006 годом?

Также будут рассмотрены и другие темы по математике: задачи на разностное и кратное сравнение чисел; внетабличное умножение и деление; единицы времени: год, месяц; числа от 100 до 1000; приемы письменных вычислений; действия над величинами, соотношения между ними; умножение и деление многозначных чисел; скорость, время, расстояние; площадь, единицы площади; деление и умножение на числа, оканчивающиеся нулями и т.д.

На факультативе будут изучаться экология и экологические проблемы, а также будет отрабатываться навык решения различного рода задач и заданий по математике. Межпредметный подход в экологическом образовании побуждает к поиску методов и форм обучения, требующих взаимодействия содержания различных учебных предметов. А так же, можно добиться хороших результатов в экологическом образовании и воспитании школьников на межпредметной основе (на таких предметах как: познание мира, биология, химия) в процессе использования на практике обучения, задач и заданий по математике экологической направленности.

Эффективная система экологического образования – один из основных инструментов обеспечения устойчивого развития экономики и общества. Современная тенденция развития экономики передовых стран: получение все большей добавленной стоимости при постепенном снижении уровня потребляемых ресурсов, внедрение технологий ресурсо-сбережения, утилизации отходов и предупреждения загрязнений. Принципы устойчивого развития предусматривают сохранение и передачу будущим поколениям определенных запасов экологического капитала: плодородного слоя почвы, чистого воздуха, озонового слоя, генетического биоразнообразия. Это возможно при всемирном стимулировании эффективных высокотехнологичных отраслей хозяйства, что в значительной степени определяется качеством экологической подготовки специалистов всех сфер природопользования и административного управления. Значение экологического образования, направленного на формирование способного к творческой деятельности человека с высокой экологической культурой, подчеркивалось на многих конференциях, посвященных проблемам современного образования. В первую очередь указывалось на то, что экологическое образование должно вносить вклад в формирование конструктивного подхода к среде как в философском, так и прагматическом смысле, не только давая конкретные знания учащимся, но и развивая их способность видеть и оценивать комплексные проблемы в области охраны окружающей среды, которые могут быть политическими, экономическими, философскими, техническими и другими. Экологическое образование должно заниматься отношением человека к его природной и искусственной среде, должно охватывать проблемы населения, загрязнения, использования и истощения ресурсов, сохранения природы, проблемы транспорта, технологий, городского и сельского планирования в совокупности со средой человека.

ЛИТЕРАТУРА

[1] О стратегическом плане Министерства окружающей среды и водных ресурсов Республики Казахстан на 2011–2015 годы / Постановление Правительства Республики Казахстан от 8 февраля 2011 года №98.

[2] Байжабагинова Г.А., Матвеевкова Л.Г., Волкова А.В. Экология и здоровье нации. В помощь кураторам студенческих групп. 6 книга / Под ред. акад. НАН РК А. М. Газалиева. – 2-е издание, перераб. и доп. – Караганда: Изд-во Карагандинского государственного технического университета, 2011. – 96 с.

[3] Кравчук М.А., Краснов Ю.И., Малинин В.И. Глобальный экологический кризис: стратегия выживания // Общество. Среда. Развитие (Тerra Humana) – 2009. – №1.

[4] Чуйкова Л.Ю., Сигватова М.В., Шамгунова Л.К. Программа учебного курса экологии для 5–11 классов средней общеобразовательной школы // Астраханский вестник экологического образования. – 2013. – № 1(23).

[5] Мдивани М.О., Кодесс П.Б., Лидская Э.В., Хисамбеев Ш.Р. Диагностика экологического сознания у детей // Вестник МГГУ им. М. А. Шолохова. Социально-экологические технологии. – 2012. – № 2. – Т. 2.

[6] Бигалиев А.Б., Халилов М.Ф., Шарипова М.А. Основы общей экологии. – Алматы: Қазақ университеті, 2007.

REFERENCES

- [1] O strategicheskom plane Ministerstva okruzhajushhej sredy i vodnyh resursov Respubliki Kazahstan na 2011–2015 gody / Postanovlenie Pravitel'stva Respubliki Kazahstan ot 8 fevralja 2011 goda №98.
- [2] Bajzhabaginova G.A., Matveenkova L.G., Volkova A.V. Jekologija i zdorov'e nacji. V pomoshh' kuratoram studencheskih grupp. 6 kniga / Pod red. akad. NAN RK A. M. Gazalieva. – 2-e izdanie, pererab. i dop. – Karaganda: Izd-vo Karagandinskogo gosudarstvennogo tehničeskogo universiteta, 2011. – 96 s.
- [3] Kravchuk M.A., Krasnov Ju.I., Malinin V.I. Global'nyj jekologičeskij krizis: strategija vyzhivanija // Obshhestvo. Sreda. Razvitie (Terra Humana) – 2009. – №1.
- [4] Chujkova L.Ju., Sigovatova M.V., Shamgunova L.K. Programma uchebnogo kursa jekologii dlja 5–11 klassov srednej obshheobrazovatel'noj shkoly // Astrahanskij vestnik jekologičeskogo obrazovanija. – 2013. – № 1(23).
- [5] Mdivani M.O., Kodess P.B., Lidskaja Je.V., Hisambeev Sh.R. Diagnostika jekologičeskogo soznanija u detej // Vestnik MGGU im. M. A. Sholohova. Social'no-jekologičeskie tehnologii. – 2012. – № 2. – Т. 2.
- [6] Bigaliev A.B., Halilov M.F., Sharipova M.A. Osnovy obshhej jekologii. – Almaty: Қазақ universiteti, 2007.

ОҚУШЫЛАРДЫҢ ЭКОЛОГИЯЛЫҚ ҚҰЗЫРЕТТІЛІГІН ҚАЛЫПТАСТЫРУ НЕГІЗІ РЕТІНДЕ – БІЛІМ БЕРУДЫ ЭКОЛОГИЯЛАНДЫРУ

Ж. К. Дюсембина, А. М. Байдильдинова

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

Тірек сөздер: ғаламдық экологиялық проблемалар; білім берудегі экологияландыру; экологиялық апат аймақтары; дағдарыстық жай-күйі; экологиялық құзыреттілігін қалыптастыру.

Аннотация. Соңғы онжылдықтар тәжірибесі көрсеткендей, жаһандық экономикалық дағдарыс болуын тоқтату шаралары мен әрекеттері экологиялық табысқа жетпеуінің себебі, адамзат, бар болғаны тұруға бұқаралық сана емес, табиғатқа деген тұтынушы негізіндегі қатысының әсері. Сондықтан, болашақ ұрпаққа биологиялық түр ретінде бекітілді, ол жерде жеке адамға орын жоқ, бұл көзқарастардың жаңа жүйесін бейбітшілік және рухани жою. Экологиялық және әлеуметтік проблемалардың шешімі ретінде, экологиялық мәдениет жаңа түрді жасау, жаһандық және аймақтық сипаттағы жағдайда ғана мүмкін болады да, жеке тұлғаны және азаматтық қоғамның өзекті білім мәселесін, сәйкесінше экологияландыруға келіп соғады. Қоршаған орта проблемалары, білім беретін мектептерге жүктеледі, мектепте ғылымның негізі салынады, соның арқасында қазіргі таңның өзекті мәселесі – табиғатқа деген көзқарастың жоғары мәдениеті қалыптасады. Оқушыны экологиялық білім берумен тәрбиелеудің басты міндеті – қазіргі заман талабына сай, оқушының табиғатқа деген көзқарасы, тек жек басына пайда көрушілік пен тұтыншылық қалыпта емес, ғылыми көзқарастың негізі болатын сананың барлық: ғылыми, идеологиялық, көркемдік, эстетикалық, адамгершілік, құқықтық бағыттарын қамтитын отандық көзқарасты қалыптастыру. Қазіргі күні оқушыға экологиялық мәдениетті қалыптастыруда бірқатар қиындықтар кездеседі. Себебі, мектепте экология сабағы тек пәнарлық сипатта, сондықтан негізгі пәннің мұғалімдері сабақтарында экологиялық материалдарды қосымша және көрініс үшін деп санап, міндетті, қажетті мөлшерде көңіл бөлмейді.

Поступила 03.11.2015 г.

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

PHYSICO-MATHEMATICAL SERIES

ISSN 1991-346X

Volume 6, Number 304 (2015), 88 – 94

INVESTIGATION OF STRUCTURAL PROPERTIES OF CARBON NANOMATERIALS

B. A. Baitimbetova¹, Yu. A. Ryabikin², Z. A. Mansurov³

¹K. I. Satpayev Kazakh national technical university, Almaty, Kazakhstan,

²Institute of physics and technology, Almaty, Kazakhstan,

³Institute of Combustion Problems, Almaty, Kazakhstan.

E-mail: baitim@physics.kz

Keywords: carbon nanotube, carbonization, nanocrystal of graphite system, carbonate-carboxylate compounds.

Abstract. The structural features and properties of the carbonisation iron-chrome spinel matrix with a developed surface, containing carbon nanosized structure were investigated by IR, Mössbauer X-ray spectroscopies. In the carbonized iron-chrome matrix were identified absorption lines corresponding to nanosystems and carbonate-carboxylate compounds and polyaromatic fused systems. The most obvious finding to emerge from this study is the carbon nanotubes, that at elevated temperatures is formed multiple "single" C-C linkages resulting collective modes carbon nanostructures, including carbon nanotubes. Based on the X-ray phase investigation of obtained structures is showed the presence of graphite nanocrystals size vary with increasing temperature. In the study of the Mössbauer spectra were identified the phase composition of obtained the samples. It was found that the temperature increases observed maximum content of iron carbide.

УДК 539.216; 539.2; 538.91-405

ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРНЫХ СВОЙСТВ УГЛЕРОДНЫХ НАНОМАТЕРИАЛОВ

Б. А. Байтимбетова¹, Ю. А. Рябкин², З. А. Мансуров³

¹Казахский национальный технический университет им. К. И. Сатпаева, Алматы, Казахстан,

²Физико-технический институт, Алматы, Казахстан,

³Институт проблем горения, Алматы, Казахстан

Ключевые слова: углеродная нанотрубка, науглероживание, нанокристаллы графита, карбонатно-карбоксилатные соединений.

Аннотация. Исследованы структурные особенности и свойства науглероженной матрицы железо-хромовой шпинели с развитой поверхностью, содержащей углеродные наноразмерные структуры методами ИК-Фурье, мессбауэровской и рентгенофазовой спектроскопии. Методом ИК-Фурье спектроскопии установлено образование карбонатно-карбоксилатных соединений. При повышенных температурах образуются многочисленные "одинарные" C-C связи, обусловленные коллективными модами углеродных наноструктур. Рентгенофазовые исследования полученных структур показали наличие в них нанокристаллитов графита, размеры которых закономерно изменяются с увеличением температуры. При изучении мессбауэровских спектров идентифицирован фазовый состав полученных образцов и установлено, что с увеличением температуры наблюдаются максимальное содержание карбида железа.

Введение. В последние годы нанонаука актуальнейшая и наиболее динамично развивающаяся область современной физики твердого тела. Нанотехнологии подарили человечеству новый взгляд на привычные материалы, основным из которых стал углерод. Уменьшение размеров элементов в

микросхемах вызвало новый интерес к углеродным и углеводородным материалам со стороны электронной промышленности [1-3].

Обычно углеродные наноразмерные структуры образуются в результате химических превращений углеродсодержащих материалов при повышенных температурах. Условия, способствующие подобным превращениям, весьма разнообразны. Так, углеродные нити и углеродные нанотрубки могут образовываться и в процессе каталитического разложения углеводородов при сравнительно низких температурах [4-10]. Метод получения углеродных нанотрубок на основе науглероживания матрицы является простым и экономичным. Поэтому он с успехом может использоваться для получения наносистем с целью, например, изучения ряда их свойств.

Целью настоящей работы является исследование структуры, оптические свойства и колебательных мод углеродных нанотрубок методами ИК-Фурье, рентгеновской и мессбауэровской спектроскопии, полученных при науглероживании матрицы железохромовой шпинели.

Методика эксперимента. Эксперименты по науглероживанию железохромовой шпинели проводились на проточной пиролизной установке с использованием горючей пропан-бутановой смеси. Были науглерожены 3 серии образцов при следующих условиях. В первой серии образцов скорость потока смеси составляла $W=60$ мл/мин при времени науглероживания $\tau=30$ мин. Во второй серии - $W=75$ мл/мин, $\tau=60$ мин. Температура науглероживания (T_H) первой и второй серии образцов изменялась в пределах $T_H=300\div 800^\circ\text{C}$ через 50°C . В третьей серии образцов $W=50$ мл/мин, $\tau=180$ мин, $T_H=600\div 850^\circ\text{C}$. Для всех этих серий определялось содержание углерода в образцах. Количество углерода, отложившегося на поверхности исследуемых образцов, определяли методом сжигания навески в кислороде с последующим поглощением образующейся двуокиси углерода раствором гидроокиси бария. Процентное содержание углерода рассчитывали из разницы навесок науглероживаемых образцов до и после сжигания. Изучение наноструктур в науглероживаемой матрице шпинели проводилось с использованием различных физических методов: рентгенофазового анализа и ИК-Фурье спектроскопии. Фазовый состав образца исследовался с помощью рентгеновского дифрактометра ДРОН-3М. Полученные спектры идентифицировались с использованием рентгеновской базы данных JCPDS. Измерения ИК-спектров исследуемых образцов проводили на ИК-спектрометре UR -20. Образцы готовились в виде таблеток, спрессованных из науглероживаемой шпинели с добавкой KBr.

Результаты и обсуждения

Методом рентгенофазового анализа обнаружены некоторые особенности образования углеродистых отложений в матрице железохромовой шпинели от температуры науглероживания на образцах третьей серии. Было установлено, что в углеродистых отложениях, образующихся при пиролизе углеводородов в области температур $700\text{--}850^\circ\text{C}$, параллельно имеют место процессы, как формирования графита, так и изменения размеров его кристаллитов. Из анализа полуширины рентгеновского пика (рисунок 1) оценивались размеры кристаллитов графита. Установлено, что с повышением температуры наблюдается увеличение размеров кристаллитов графита от $L=6$ нм при 700°C до $L=22$ нм при 850°C (таблица 1) с межплоскостным расстоянием $d=3,37\text{Å}$.

Таблица 1 – Процентное содержание углерода и размер кристаллитов графита от температуры при различных условиях науглероживания

T, °C	C, %			L, нм
	W=60 мл/мин, $\tau=30$ мин.	W=75 мл/мин, $\tau=60$ мин.	W=50 мл/мин, $\tau=180$ мин.	
Исх.	–	–	–	–
500	–	2,01	–	–
550	–	3,25	–	–
600	3,29	3,46	0,38	–
650	3,53	3,61	0,74	–
700	4,89	4,15	1,70	6
750	6,13	6,05	6,56	8
800	7,7	7,89	7,00	14
850	–	–	7,70	22

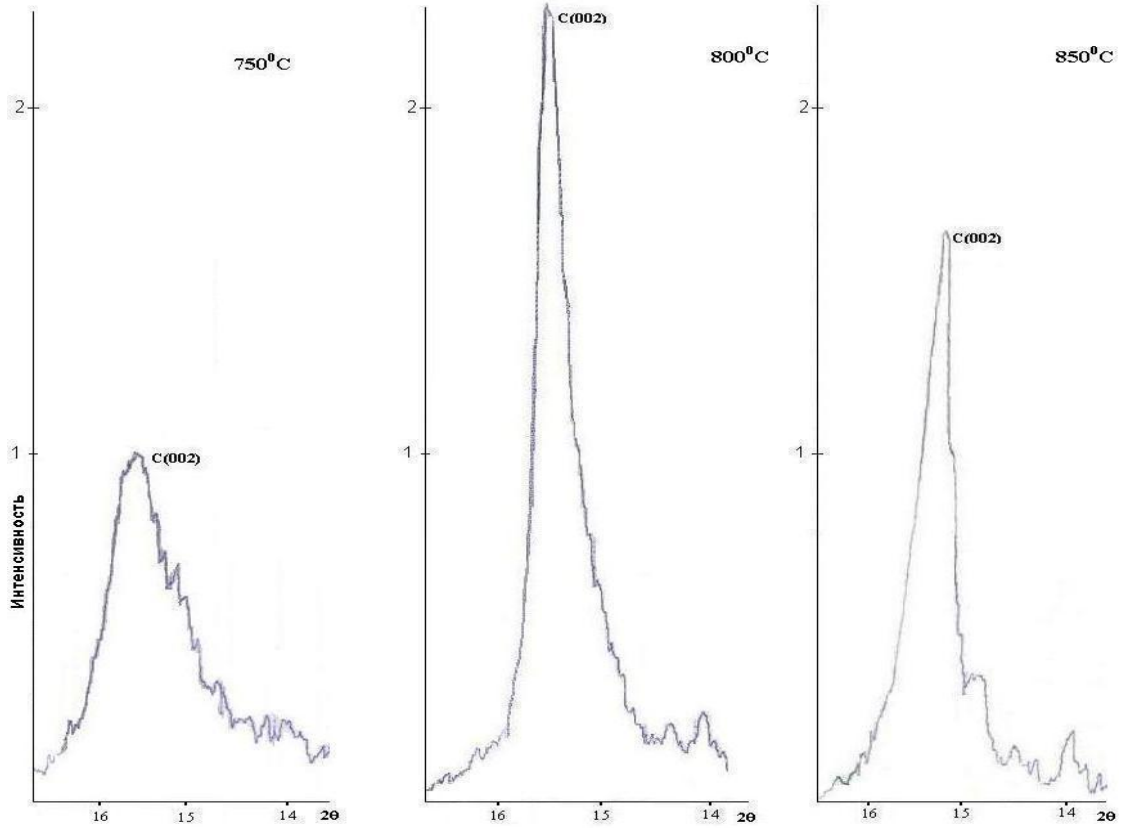


Рисунок 1 – Интенсивности пиков углерода в зависимости от 2θ

Этот факт также свидетельствует и об уплотнении углеродных отложений. На рисунке 2 представлена зависимость изменения размеров кристаллитов графита от температуры.

С повышением температуры науглероживания наноразмеры кристаллитов и интегральная интенсивность спектров кристаллитов графита растут за счет увеличения образующегося количества углерода (таблица 1 и рисунки 2, 3). Минимальная ширина линии спектра графита при температурах 850°C свидетельствует о том, что при этой температуре графит имеет более упорядоченную кристаллическую структуру, чем при предыдущих температурах. Рефлексы C(002) на спектрах измеренных образцов фиксируются в области углов $2\theta=15,25^{\circ}$. Кроме того, при исследованных температурах наблюдаются рефлексы ромбической сингонии Fe_3C в области углов $2\theta=25,75^{\circ}$. Это свидетельствует о наличии карбида железа Fe_3C в матрице науглероженной шпинели.

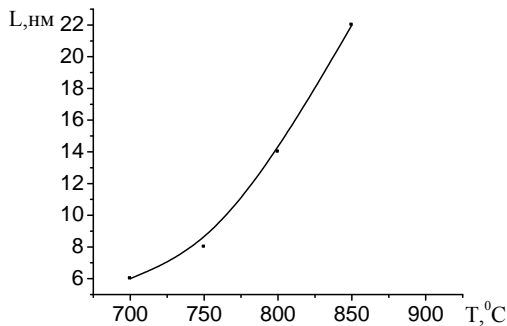


Рисунок 2 – Зависимость размеров кристаллитов от температуры науглероживания

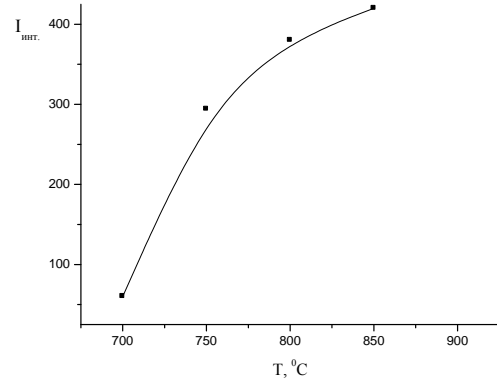


Рисунок 3 – Зависимость интегральной интенсивности углерода от температуры науглероживания

Мессбауэровские спектры исходной и науглероженной при температурах 700-850⁰С матрицы железохромовой шпинели из третьей серий образцов приведены на рисунке 4. При исследовании данной матрицы методом мессбауэровской спектроскопии получен достаточно сложный спектр, который указывает на наличие в ней большого количества фаз (рисунок 4, таблица 2). Причиной возникновения такой ситуации могут быть следующие факторы: нестехиометрия состава этих фаз, наличие примесей, аморфное состояние ряда фаз и нарушение структурного или магнитного порядка в фазах [11, 12].

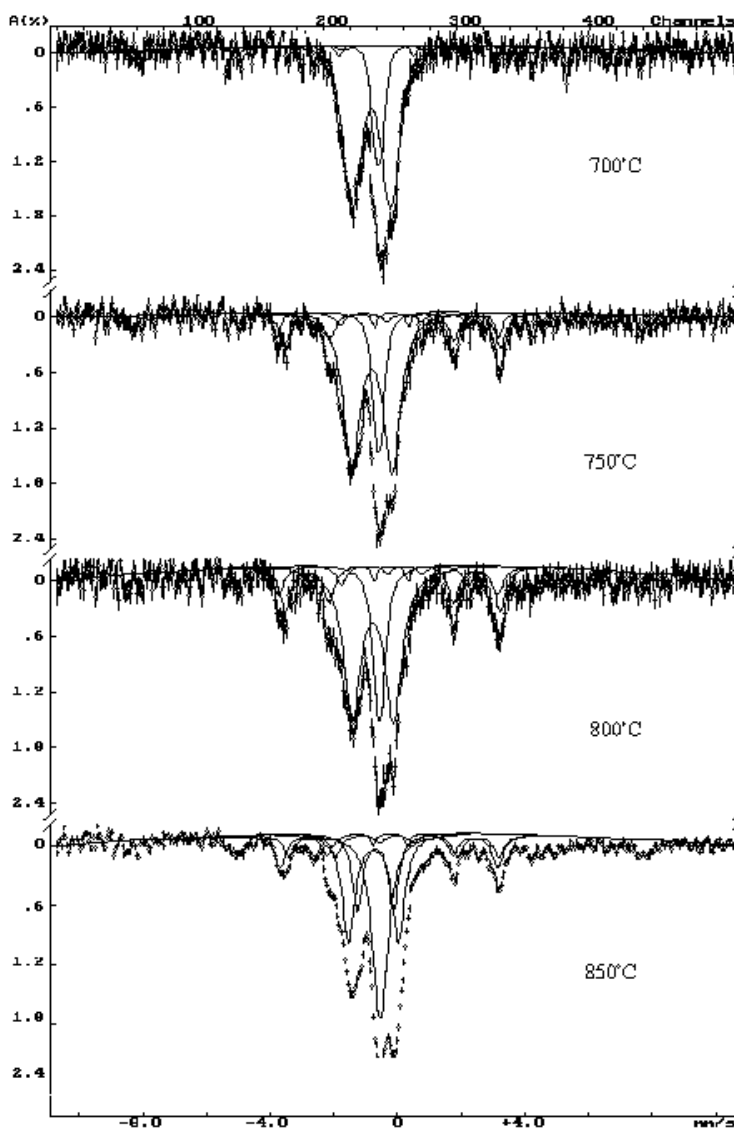


Рисунок 4 – Мессбауэровские спектры образцов

Таблица 2 – Фазовый состав и относительное содержание железа от температуры науглероживания

Т, °С	Фазовый состав и относительное содержание железа			
	Fe ₃ O ₄ , % (±0,22)	Fe ⁺² , % (±0,51)	Fe ⁺³ , % (±0,18)	Fe ₃ C, % (±0,25)
Исх.	24,34	57,39	18,27	—
700	13,3	69,92	16,78	—
750	—	57,31	16,8	25,89
800	—	50,17	17,85	31,98
850	—	44,44	28,58	26,98

В данном случае нами использовано описание спектра, основанное на линейной суперпозиции парциальных спектров с квазинепрерывными распределениями параметров. Обработка таких спектров выполнена программой DISTRI-M, которая позволяет восстанавливать функцию распределения параметров мессбауэровского спектра изомерного сдвига, квадрупольного расщепления, сверхтонкого магнитного поля и ширину резонансной линии [13]. Спектр исходного образца состоит из двух секстетов с параметрами, соответствующими атомам железа, находящегося в тетраэдрических и октаэдрических позициях оксида железа Fe_3O_4 [14]. Внутренняя часть спектра хорошо описывается двумя квадрупольными дублетами. Первый дублет по величине квадрупольного расщепления и изомерного сдвига соответствует атомам железа, находящегося в двухвалентном химическом состоянии. Второй дублет соответствует атомам железа, находящегося в трехвалентном состоянии, параметры которого приведены в таблице 2.

Следует отметить, что внутренняя часть спектра качественно не изменяется в зависимости от температуры науглероживания. Что касается подспектра оксида железа, то по мере увеличения температуры отжига, его парциальный вклад в суммарный спектр уменьшается до полного исчезновения при температуре $750^{\circ}C$. Восстановленное при этом железо взаимодействует с углеродом, образуя карбид железа Fe_3C .

Исследования, проведенные, методом мессбауэровской спектроскопии показали, что при температурах $750-850^{\circ}C$ образуется частица карбида Fe_3C . Максимальное содержание карбида 32% наблюдается в образце науглероженном при $800^{\circ}C$, которое приведено в таблице 2.

На образование наносистем в науглероженной матрице железохромовой шпинели указывают также и исследования ее методами ИК-Фурье спектроскопии. ИК-спектр науглероженной при температуре $T_H=850^{\circ}C$ матрицы железохромовой шпинели из третьей серии образцов приведен на рисунок 5.

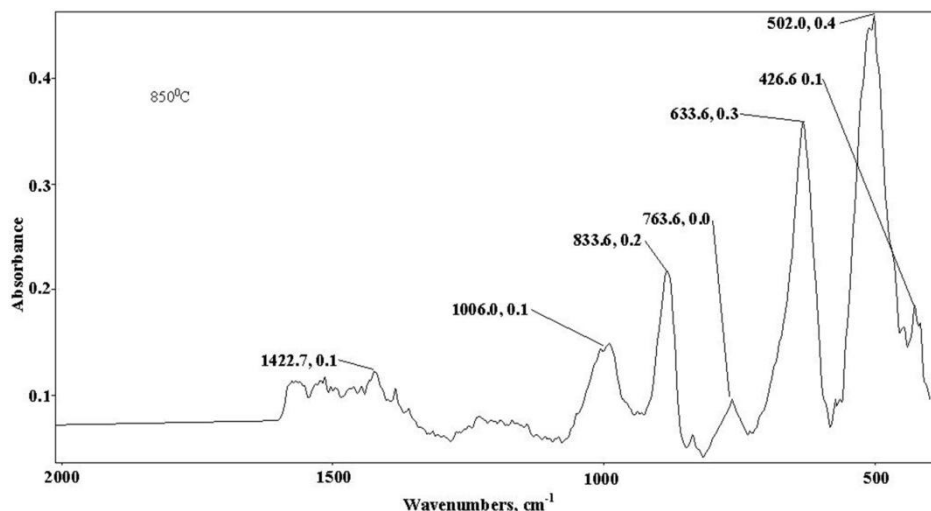


Рисунок 5 – ИК-спектр науглероженной при $850^{\circ}C$ шпинели

При температуре $850^{\circ}C$ в области $502-633\text{ см}^{-1}$ имеются полосы поглощения средней интенсивности, принадлежащие оксидам металлов, входящих в состав шпинели. Полосы поглощения в диапазоне $700-1200\text{ см}^{-1}$ связаны с десорбцией адсорбированного кислорода и с увеличением доли связей $-C-O-C-$ и $-C-C-$. В области спектра $300-1650\text{ см}^{-1}$ имеется ряд разрешенных полос поглощения малой и средней интенсивности, которые связаны с накоплением карбонатно-карбоксилатных соединений, а также с образованием наносистем. Полосы поглощения в диапазоне 1422 см^{-1} обусловлены поглощением коллективных мод углеродных наносистем [10, 15], которые встречаются в углеродных наноструктурах. По своей структуре наносистемы могут рассматриваться как трехмерные аналоги ароматических соединений [15]. Таким образом, ИК-спектроскопические исследования также подтверждают факт образования углеродных наноструктур в матрице железохромовой шпинели.

Заключение. Полученные результаты ИК- Фурье спектроскопических исследований процесса науглероживания железохромовой шпинели позволяют утверждать, что в процессе науглероживания происходит образование карбидов металлов, входящих в состав железохромовой шпинели и в дальнейшем разложение этих карбидов с образованием углерода и углеродных наноструктур. На основании этих данных можно сделать вывод, что колебания «одинарных» -С-С-связей углеродных наноразмерных структур наблюдаются в диапазоне 1300-1650 см⁻¹. Поэтому есть основания предположить, что полосы поглощения в диапазоне 1422 см⁻¹ обусловлены поглощением коллективных мод углеродных наносистем (многослойные нанотрубки, фуллерены и нанонити). По своей структуре наносистемы могут рассматриваться как трехмерные аналоги ароматических соединений. Рентгенофазовым анализом установлено, что с повышением температуры наблюдается увеличение размеров кристаллитов графита от $L=6$ нм при 700⁰С до $L=22$ нм при 850⁰С с межплоскостным расстоянием $d=3,37\text{Å}$. При изучении мессбауэровских спектров идентифицирован фазовый состав полученных образцов и установлено, что при температуре 800⁰С в нем наблюдается максимальное содержание (32%) карбида железа.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Раков Э.Г. Химия и применение углеродных нанотрубок // Успехи химии. -**2001**.-Т.70. -№10. -С. 934-973.
- [2] Kroto H. W. Symmetry, space, starts and C₆₀ (Nobel lecture) // Rev. Mod. Phys. -**1997**. -V. 69. -P.703-730.
- [3] Iijima S. Helical microtubules of graphitic carbon // Nature. - **1991**. - V.319. -P. 354-356.
- [4] Jose-Yacamán M. José-Yacamán M., Miki-Yoshida M. and L. Rendón Catalytic Growth of Carbon Microtubules with Fullerene Structure // Applied Physics Letters . -**1995**. V.62, -№ 6. -P. 657-659.
- [5] Караева А.Р., Маркович В.В., Третьякова В.Ф. Получение углеродных нанотрубок и нановолокон в каталитическом пиролизе метана // ХТТ. - **2005**. -№5. -С. 67-75.
- [6] Ebsen T.W. Wetting, Filling And Decorating Carbon Nanotubes // J.Phys. Chem Solids. -1996. -V. 57, № 6-8. - P. 951-955.
- [7] Mekee C.S. Surface Explosions // Appl. Catal. A. -1996. -V.147. -№1.-P. 3-5.
- [8] Рябикин Ю.А., Байтимбетова Б.А., Зашквара О.В., Мансуров З.А. Обнаружение углеродных наноструктур в науглероженной железохромовой шпинели. // Известия высших учебных заведений «Физика». -**2007**, №1. -С. 87-92.
- [9] Буянов Р.А., Чесноков В.В. Научные основы приготовления углеродминеральных адсорбентов, носителей, катализаторов и композиционных материалов //Журнал прикладной химии. -**1997**. -Т. 70, -№6. -С. 978-986.
- [10] Чесноков В.В. Буянов Р.А. Образование углеродных нитей при каталитическом разложении углеводородов на металлах подгруппы железа и их сплавах // Успехи химии. -**2000**. -Т.69, №7. -С. 675- 692.
- [11] Coquay P., Grave De, Vandenberghe R. E., Peigney A. Mössbauer spectroscopy involved in the study of the catalytic growth of carbon nanotubes and Laurent Ch. // Hyperfine Interactions -**2002**. №139/140. -P.289-296.
- [12] Николаев В.Н., Шипилин А.М., Захарова И.Н. Об оценке наночастиц с помощью эффекта Мессбауэра // Физика твердого тела. -**2001**. -Т. 8. -С. 1455-1558.
- [13] Rusakov V.S., Chistyakova N.I. Mossbauer complex MSRools-lacamee. Argentina, **1992**. -3-7 p.
- [14] Байтимбетова Б.А., Манакова И.А., Верещак М.Ф., Аканаяев Б.А., Мансуров З.А. Мессбауэровские и рентгеновские спектры углеродных нанотрубок полученных при зауглероживании железохромовых шпинелей. Программа и материалы II Межд. симпозиума по физике и химии углеродных материалов. Алматы, -**2002**. - С. 141-143.
- [15] Бричка С.Я., Приходько Г.П. и др. Физико-химические свойства многослойных N-содержащих углеродных нанотрубок //Журнал физической химии -**2004**. -Т.78, №1. -С. 133-138.

REFERENCES

- [1] Раков Е.Г. Khimia i primeneniye ugleodnykh nanotrubok // Uspekhi khimi -**2001**.-Т.70. -№10. -S 934-973.
- [2] Kroto H. W. Symmetry, space, starts and C₆₀ (Nobel lecture) // Rev. Mod. Phys. -**1997**. -V. 69. -P.703-730.
- [3] Iijima S. Helical microtubules of graphitic carbon // Nature. - **1991**. - V.319. -P. 354-356.
- [4] Jose-Yacamán M. José-Yacamán M., Miki-Yoshida M. and L. Rendón Catalytic Growth of Carbon Microtubules with Fullerene Structure // Applied Physics Letters . -**1995**. V.62, -№ 6. -P. 657-659.
- [5] Karaeva A.R., Markovich V.V., Tretyakova V.F. Poluchenie ugleodnykh nanotrubok i nanovolon v kataliticheskom pirolize metana // KhTТ. - **2005**. -№5. -S. 67-75.
- [6] Ebsen T.W. Wetting, Filling And Decorating Carbon Nanotubes // J.Phys. Chem Solids. -1996. -V. 57, № 6-8. - P. 951-955.
- [7] Mekee C.S. Surface Explosions // Appl. Catal. A. -1996. -V.147. -№1.-P. 3-5.
- [8] Ryabikin Yu.A., Baitimbetova B.A., Zachkvara O.V., Mansurov Z.A.. Obnarugeniye ugleodnykh nanostruktur v sauglerogivaniy gelesochromovoi chpineli. // Izvestya vichikh uchevnykh zavedeni «Fysika». -**2007**, №1. -S. 87-92
- [9] Buyanov R.A., Chesnakov V.V. Nauchnie osnovy progotoblenya ugleodmineralnykh adsorbentov, nositelei, katalisatorov i kompositsionnykh materialov //Zhurnal prikladnoi khimi. -**1997**. -Т. 70, -№6. -S. 978-986.

- [10] Buyanov R.A., Chesnakov V.V. Obrazovanie uglerodnykh nitei pri kataliticheskom pazlozheni uglevodородов na metallach podgruppy zheleza i ich splavach // Uspechi khimi. -2000. –Т.69, №7. –S. 675- 692.
- [11] Coquay P., Grave De, Vandenberghe R. E., Peigney A. Mössbauer spectroscopy involved in the study of the catalytic growth of carbon nanotubes and Laurent Ch. // Hyperfine Interactions -2002. №139/140. –P.289-296.
- [12] Nikolayev V.N., Chpilin A.M.6 Zacharova I.N. Ov ozenke nanochastis s pomochiu effecta Messbauera // Fysika tverdogo tela. -2001. –Т. 8. –S. 1455-1558.
- [13] Rusakov V.S., Chistyakova N.I. Mossbauer complex MSRools-lacamee. Argentina, 1992. -3-7 p.
- [14] Baitimbetova B.A., Manakova I.A., Verechak M.F., Akanaev B.A., Mansurov Z.A. Messbauerovskie i rentgenovskie spektri uglerodnykh nanotrubok poluchennih pri sauglerogivanii gelesochromovih chpinelei. Programma I materiali II Megd. Simposiuma po fizike i himii uglerodnykh materialov. Almati, 2002. – S. 141-143.
- [15] Brichka S.Ya., Prichodko G.P I dr. Phisiko-khimicheskie svoistva mnogosloinnykh N-soderzhachikh uglerodnykh nanotrubok // Zhurnal phisicheskoi khimi–2004. -Т.78, №1. –S. 133-138.

КОМІРТЕКТІ НАНОМАТЕРІАЛДАРДЫҢ ҚҰРЫЛЫМДЫҚ ҚАСИЕТТЕРІН ЗЕРТТЕУ

Б. А. Байтiмбетова¹, Ю. А. Рябкин², З. А. Мансуров³

¹Қ. И. Сәтбаев атындағы ұлттық техникалық университет, Алматы, Қазақстан,

²Физика-техникалық институт, Алматы, Қазақстан,

³Жану проблемалары институты, Алматы, Қазақстан

Тiрек сөздер: көміртекті нанотүтікше, көміртектеліну, конденсирленген графиттің нанокристалиттері, карбонатты-карбоксилат байланыстары.

Аннотация. Құрамында көміртекті наноөлшемді құрылымы бар беті дамыған көміртектелген матрицадағы темірхромды шпинелдің құрылымдық ерекшеліктері мен қасиетін ИҚ, рентгенфазалық және мессбауэр спектроскоп әдістерімен зерттеу. ИҚ-Фурье спектроскоп әдісімен зерттелініп отырған көміртектелген темірхромды матрицада наножүйелердің, сонымен қатар конденсирленген полиароматикалық жүйелер, карбонатты-карбоксилат қосылыстарының жұту сызықтарына идентификация жүргізілді. Температура жоғарылаған сайын көптеп “дара” С–С байланыстар мен топтасқан көміртекті наноқұрылымдар модалары, соның ішінде көміртекті нанотүтікшелердің түзілетіні көрсетілген. Рентгенфазалық зерттеу алынған үлгіде нанокристалды графиттің көміртектену температурасы жоғарылаған сайын артатынын көрсетті. Мессбауэр спектрлерін зерттеу барысында көміртектелген үлгіде температурасы жоғарылаған сайын карбид темір арта түсті.

Поступила 03.11.2015 г.

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

PHYSICO-MATHEMATICAL SERIES

ISSN 1991-346X

Volume 6, Number 304 (2015), 95 – 98

UDC 517.9

ABOUT STRONG RESOLVABILITY OF A PERIODIC PROBLEM OF THE EQUATION OF HEAT CONDUCTIVITY WITH THE DEVIATING ARGUMENT

Shaldanbayev A.Sh., Orazov I.O., Saprygina M.B.

The Southern Kazakhstan state university of M. Aueyzov, Shymkent
shaldanbaev51@mail.ru**Key words:** the heat conductivity equation, own functions, attached functions, deviating argument.**Abstract.** In the real work, method of division of variables and the spectral theory of the equation with we otklonyashchitsya by argument, strong resolvability of a periodic problem of the equation of heat conductivity with отклоняющмся argument is shown. A deviation from Carleman's class.

УДК 517.9

АРГУМЕНТІ АУЫТҚЫҒАН ЖЫЛУ ТЕҢДЕУІНІҢ ПЕРИОДТЫ ЕСЕБІНІҢ КҮШТІ ШЕШІЛУІ ТУРАЛЫ

Шалданбаев А.Ш., Оразов И.О., Сапрыгина М.Б.

М.Әуезов атындағы Оңтүстік-Қазақстан мемлекеттік университеті, Шымкент қаласы
shaldanbaev51@mail.ru**Кілт сөздер:** жылу теңдеуі, меншікті функциялар, қосарлас функциялар, ауытқыған аргумент.**Аннотация.** Бұл еңбекте аргументі ауытқыған жылу теңдеуінің периодты есебінің күшті шешілетіні көрсетілген. Зерттеу барысында айнымалыларды ажырату әдісі мен аргументі ауытқыған теңдеудің спектралді теориясы қолданылған.

1.Кіріспе. Аргументі ауытқыған теңдеулердің теориясы көптеген авторлардың зерттеулеріне арқау болды, атап айтар болсақ, А.Д. Мышкис [1], Л.Э. Эльсгольц пен С.Б. Норкиннің [2], әйгілі, монографияларында оларға дейінгі жүргізілген зерттеулерге шолу жасалып, тиісті қорытындылар жасалған. Аргументі ауытқыған Штурм-Лиувилл теңдеуінің шекаралық есептері С.Б. Норкиннің [3] еңбегінде зерттелген. Осы, және басқа көптеген еңбектерде ауытқу теңдеудің жоғарғы ретті мүшелерінде кездеседі. Ауытқуы спектралдік параметрінде кездесетін жағдайға арналған еңбектерді саусақпен санауға болады, осы орайда, Т.Ш. Кальменов, С.Т. Ахметова и А.Ш. Шалданбаев [4], А.М. Ибраимкулов [5], Т.Ш. Кальменов, А.Ш. Шалданбаев [6] – [9] еңбектерін атаған жөн сыйақты. Функционалдық анализдің ұғымдарымен [10] – [13], ал шекаралық есептердің спектралдік мәселелерімен [14] – [21], еңбектерде танысуға болады.

Бұл еңбек [4] еңбектің жалғасы іспетті, және оның нәтижелеріне сүйенеді, көпке мәлім, жылу теңдеуінің аргументін ауытқысақ не болады деген сұраққа жауап береді. Бұл сәтте дискретті спектр пайда болады екен, және бұл есептің ерекшелігі болса керек.

Ω – дегеніміз жазықтықта жатқан қабырғалары: $AB: 0 \leq t \leq T, x = 0$; $BC: 0 \leq x \leq l, t = T$; $CD: 0 \leq t \leq T, x = l$; $DA: 0 \leq x \leq l, y = 0$ болатын тіктөртбұрыш болсын делік. $C^{2,1}(\Omega)$ – дегеніміз x бойынша екі рет, ал t бойынша бір рет, Ω аймағында үздіксіз дифференциалданатын функциялар жиыны болсын. $\Gamma = AB \cup AD \cup CD$ жиыны Ω аймағының шекарасы делік.

Периодты есеп. Әрбір, $f(x, t) \in L^2(\Omega)$ функциясы үшін, мына,

$$Lu = u_t(x, T-t) + u_{xx}(x, t) = f(x, t) \quad (1)$$

$$u|_{t=0} = u|_{x=0} - u|_{x=l} = u_x|_{x=0} - u_x|_{x=l} = 0; \quad (2)$$

шекаралық есептің шешімін табу керек. Бұл үшін, мына,

$$Lu = u_t(x, T-t) + u_{xx}(x, t) = \lambda u(x, t), \quad (3)$$

$$u|_{t=0} = u|_{x=0} - u|_{x=l} = u_x|_{x=0} - u_x|_{x=l} = 0; \quad (4)$$

спектралді есепті зерттеу керек.

2. Зерттеу әдістері

Жоғарыдағы (3)-(4) спектралді есепке айнымалыларды ажырату әдісін қолданамыз, нәтижесінде Штурм-Лиувилдің периодты есебі мен аргументі ауытқыған Кошидің есебін аламыз. Бірінші есептің шешімі көпшілікке мәлім, ал екінші есеп егжей-тегжейлі [4] еңбекте зерттелген, сондықтан, тек алынған нәтижелерді тұжырымдаумен шектелеміз.

3. Алынған нәтижелер

Теорема 1. Мына,

$$Lu = u_t(x, T-t) + u_{xx}(x, t) = \lambda u(x, t)$$

$$u|_{t=0} = u|_{x=0} - u|_{x=l} = u_x|_{x=0} - u_x|_{x=l} = 0$$

спектралді есептің, мынадай,

$$\lambda_{mn} = (-1)^n \left(n + \frac{1}{2} \right) \frac{\pi}{T} - \left(\frac{2m\pi}{l} \right)^2, \quad m, n = 0, 1, 2, \dots$$

шексіз көп меншікті мәндері мен оларға сәйкес, мынадай,

$$u_{mn}^-(x, t) = \frac{2}{\sqrt{Tl}} \cdot \cos \frac{2m\pi}{l} x \cdot \sin \left(n + \frac{1}{2} \right) \frac{\pi}{T} t, \quad m, n = 0, 1, 2, \dots$$

$$u_{mn}^+(x, t) = \frac{2}{\sqrt{Tl}} \cdot \sin \frac{2m\pi}{l} x \cdot \sin \left(n + \frac{1}{2} \right) \frac{\pi}{T} t, \quad n = 0, 1, 2, \dots; \quad m = 1, 2, \dots$$

меншікті функциялары бар, және олар $L^2(\Omega)$ кеңістігінде ортонормаланған базис құрайды, мұндағы, $\Omega = [0, l] \times [0, T]$.

Теорема 2. Мына,

$$Lu = u_t(x, T-t) + u_{xx}(x, t) = f(x, t)$$

$$u|_{t=0} = u|_{x=0} - u|_{x=l} = u_x|_{x=0} - u_x|_{x=l} = 0$$

шекаралық есептің бірегей шешімі бар болуы үшін, мына,

$$\frac{\pi T}{l^2} \neq \frac{2n + \frac{1}{2}}{(2m)^2}, \quad n = 0, 1, 2, \dots; \quad m = 1, 2, \dots$$

шарттар орындалуы қажетті әрі жеткілікті. Осы шарттар орындалғанда, мына,

$$\sum_{m=0}^{\infty} \sum_{n=0}^{\infty} \left| \frac{(f, u_{mn}^{\pm})}{\lambda_{mn}} \right|^2 < +\infty$$

шартты қанағаттандыратын барлық $f(x, t) \in L^2(\Omega)$ үшін күшті шешімі бар, және ол, мынадай,

$$u(x, t) = \sum_{m=0}^{\infty} \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(f, u_{mn}^{\pm})}{\lambda_{mn}} \cdot u_{mn}^{\pm}(x, t).$$

Мұндағы,

$$\lambda_{mn} = (-1)^n \left(n + \frac{1}{2} \right) \frac{\pi}{T} - \left(\frac{2m\pi}{l} \right)^2, \quad m, n = 0, 1, 2, \dots$$

$$u_{mn}^-(x, t) = \frac{2}{\sqrt{Tl}} \cdot \cos \frac{2m\pi}{l} x \cdot \sin \left(n + \frac{1}{2} \right) \frac{\pi}{T} l, \quad m, n = 0, 1, 2, \dots$$

$$u_{mn}^+(x, t) = \frac{2}{\sqrt{Tl}} \cdot \sin \frac{2m\pi}{l} x \cdot \sin \left(n + \frac{1}{2} \right) \frac{\pi}{T} l, \quad m, n = 0, 1, 2, \dots$$

Теорема 3. Мына,

$$Lu = u_t(x, T-t) + u_{xx}(x, t),$$

$$u|_{t=0} = u|_{x=0} - u|_{x=l} = u_x|_{x=0} - u_x|_{x=l} = 0$$

оператордың қабындысы $L^2(\Omega)$ кеңістігінде жалқы оператор, яғни $(\bar{L})^* = \bar{L}$.
Жоғарыдағы 2 және 3 теоремаларынан келесі теорема туындайды.

Теорема 4. Егер

$$\frac{\pi T}{l^2} \neq \frac{2n + \frac{1}{2}}{(2m)^2}, \quad \forall n = 0, 1, 2, \dots; m = 1, 2, \dots$$

болса, онда \bar{L}^{-1} -кері операторы бар, және ол жалқы оператор.

4.Талқылау

Аргументті ауытқыту нәтижесінде спектр пайда болды, сондықтан сызықтық операторлардың спектралдік теориясын қолдануға мүмкіндік болды. Оператор мен оның қабындысының спектрі әртүрлі болары белгілі, бірақ біз оншалықты терең бойламадық.

ӘДЕБИЕТ

- [1] Мышкис А.Д. Линейные дифференциальные уравнения с запаздывающим аргументом, М. -1972. - 352 с.
- [2] Эльсгольц Л.Э., Норкин С.Б. Введение в теорию дифференциальных уравнений с отклоняющимся аргументом, М.- 1971.- 296 с.
- [3] Норкин С.Б. Дифференциальные уравнения с запаздывающим Аргументом, М. -1965.- 356 с.
- [4] Кальменов Т.Ш. Ахметова С. Шалданбаев А.Ш. К спектральной теории уравнений с отклоняющимся аргументом, Математический журнал, Алматы.- 2004.- Т. 4, № 3. - С. 41-48.
- [5] Ибраимкулов А.М. О спектральных свойствах краевой задачи для уравнения с отклоняющимся аргументом, Известия АН.Каз.ССР, сер.физ.-мат.- 1988.- № 3, С. 22-25.
- [6] T. Sh. Kal'menov, and A. Sh. Shaldanbaev. On a criterion of solvability of the inverse problem of heat conduction, Journal of Inverse and Ill-Posed Problems 18, 352-369 (2010).
- [7] I. Orazov, A. Shaldanbayev, and M. Shomanbayeva, About the Nature of the Spectrum of the Periodic Problem for the Heat Equation with a Deviating Argument, Abstract and Applied Analysis, Volume 2013 (2013), Article ID 128363, 6 pages, <http://dx.doi.org/10.1155/2013/128363>.
- [8] Шалданбаев А.Ш. Спектральные разложения корректных-некорректных начально краевых задач для некоторых классов дифференциальных уравнений, Монография, 193с, LAP LAMBERT Academic Publishing. <http://dnb.d-nb.de>. Email:info@lap-publishing.com, Saarbrucken 2011, Germanu.
- [9] Т.Ш. Калменов. Краевые задачи для линейных уравнений в частных производных гиперболического типа, Шымкент.: Ғылым, 1993, 327 б.
- [10] Г.Е. Шилов. Математический анализ. Специальный курс.: Физмат, 1960
- [11] Г. Вейль. Избранные труды, Наука, 1984, 510с.
- [12] М. Рид, Б. Саймон. Методы современной математической физики, М.: Мир, 1977, 285 б.
- [13] У. Рудин. Функциональный анализ, М.: Мир, 1975, 443 б.
- [14] G.D. Birkhoff. One the asymptotic character of the sotutions of certain. Linear differentiol equations containing a parametr, Trans, Amer. Math. Soc 9. (1908). Стр 219-231.
- [15] Я.Д. Тамаркин. О некоторых общих задачах теория обыкновенных линейных дифференциальных уравнений, П.Г. тип. М.П. Фроловой 1917.
- [16] F.Browder . On the eigenfunction and eigenvalues on the general. Linear. Miptic differential operators, Proc,Nat. Acad. ScUSA, t. 39 (1953) 433-439.
- [17] T.Carleman. Uber die asymptotische Verelung der ligenwerte partiller. Differen tialgleichungen Ber. Sachs Akad. Wiss .zu Leipzig. Math. Phus, klass 88(1936) 119-134.
- [18] М.В. Келдыш. О собственных значениях и собственных функциях некоторых классов несамосопряженных уравнений, ДАН СССР, 1951. том LXXVII, № 1, с.11-14.

- [19] М.А. Наймарк. Линейные дифференциальные операторы, II –ое издание –М: Наука, 1969,526 с.
[20] В.А. Марченко. Операторы Штурма Лиувилля и их приложения, Киев: Наукова думка, 1977,329 с.
[21] Н.И. Ахиезер, Н.М. Глазман. Теория линейных операторов в гильбертовом пространстве, М, Наука, 1966, 543 с.

REFERENCES

- [1] Myshkis A.D. Linejnye differencial'nye uravnenija s zapazdyvajushhim argumentom, M. -1972. - 352 s.
[2] Jel'sgol'c L.Je., Norkin S.B. Vvedenie v teoriju differencial'nyh uravnenij s otklonjajushhimsja argumentom, M.- 1971.- 296 s.
[3] Norkin S.B. Differencial'nye uravnenija s zapazdyvajushhim Argumentom, M. -1965.- 356 s.
[4] Kal'menov T.Sh. Ahmetova S. Shaldanbaev A.Sh. K spektral'noj teorii uravnenij s otklonjajushhimsja argumentom, Matematicheskij zhurnal, Almaty.- 2004.- T. 4, № 3. - S. 41-48.
[5] Ibraimkulov A.M. O spektral'nyh svojstvah kraevoj zadachi dlja uravnenija s otklonjajushhimsja argumentom, Izvestija AN.Kaz.SSR, ser.fiz.-mat.- 1988.- № 3.- S. 22-25.
[6] T. Sh. Kal'menov, and A. Sh. Shaldanbaev. On a criterion of solvability of the inverse problem of heat conduction, Journal of Inverse and Ill-Posed Problems 18, 352-369 (2010).
[7] I. Orazov, A. Shaldanbayev, and M. Shomanbayeva, About the Nature of the Spectrum of the Periodic Problem for the Heat Equation with a Deviating Argument, Abstract and Applied Analysis, Volume 2013 (2013), Article ID 128363, 6 pages, <http://dx.doi.org/10.1155/2013/128363>.
[8] Shaldanbaev A.Sh. Spektral'nye razlozhenija korrektnyh-nekorrektnyh nachal'no kraevyh zadach dlja nekotoryh klassov differencial'nyh uravnenij, Monografija, 193с, LAP LAMBEPT Academic Pyblishing. <http://dnb.d-nb.de>. Email:info@lap-publishing.com,Saarbrucken 2011,Germanu.
[9] T.Sh. Kalmenov. Kraevye zadachi dlja linejnyh uravnenij v chastnyh proizvodnyh giperbolicheskogo tipa, Shymkent.:Fylym, 1993.-327 b.
[10] G.E. Shilov. Matematicheskij analiz. Special'nyj kurs.: Fizmat, 1960
[11] G. Vejl'. Izbrannye trudy, Nauka, 1984. -510s.
[12] M. Rid , B. Sajmon. Metody sovremennoj matematicheskoy fiziki.-M.: Mir, 1977.- 278-285 b.
[13] U. Rudin. Funkcional'nyj analiz. –M.: Mir, 1975. -443 b.
[14] G.D. Birkhoff. One the asymptotic character of the sotutions of certain. Linear differencial equations containing a parametr, Trans, Amer. Math. Soc 9. (1908). Str 219-231.
[15] Ja.D. Tamarkin. O nekotoryh obshhijh zadachah teorija obyknovennyh linejnyh differencial'nyh uravnenij, P.G. tip. M.P. Frolovoj 1917.
[16] F.Browder . On the eigenfunction and eigenvalues on the general. Linear. Miptic differential operators, Proc,Nat. Acad. ScUSA, t . 39 (1953) 433-439.
[17] T.Carleman. Uber die asymptotische Verelung der ligenwerte partiller. Differen tialgleichungen Ber. Sachs Akad. Wiss .zu Leipzig. Math. Phus, klass 88(1936) 119-134.
[18] M.V. Keldysh. O sobstvennyh znachenijah i sobstvennyh funkcijah nekotoryh klassov nesamosoprjazhennyh uravnenij II DAI SSSR, 1951. tom LXXVII, № 1, c.11-14.
[19] М.А. Наймарк. Линейные дифференциальные операторы, II –ое издание –М: Наука, 1969,526 с.
[20] В.А. Марченко. Операторы Штурма Лиувилля и их приложения, Киев: Наукова думка, 1977,329 с.
[21] Н.И. Ахиезер, Н.М. Глазман. Теория линейных операторов в гильбертовом пространстве, М, Наука, 1966, 543 с.

УДК 517.9

О сильной разрешимости периодической задачи уравнения теплопроводности с отклоняющимся аргументом

Шалданбаев А.Ш., Оразов И.О., Сапрыгина М.Б.

Южно-Казахстанский государственный университет им.М.Ауезова, г.Шымкент

Ключевые слова: уравнение теплопроводности, собственные функций, присоединенные функций, отклоняющиеся аргумент.

Аннотация. В настоящей работе, методом разделения переменных и спектральной теории уравнения с отклоняющимся аргументом, показана сильная разрешимость периодической задачи уравнения теплопроводности с отклоняющимся аргументом. Отклонение из класса Карлемана.

Авторы:

Шалданбаев Амир Шалданбаевич – д.ф.-м.н., профессор кафедры «Математические методы и моделирование» Южно-Казахстанского государственного университета им. М.Ауезова, г. Шымкент.

Оразов И.О – к.ф.-м.н., профессор кафедры «Информатики» Южно-Казахстанского государственного университета им. М.Ауезова, г. Шымкент.

Сапрыгина М.Б.– к.ф.-м.н., старший преподаватель кафедры «Информатики и математики» Южно-Казахстанской государственной фармацевтической академии, г. Шымкент.

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

PHYSICO-MATHEMATICAL SERIES

ISSN 1991-346X

Volume 6, Number 304 (2015), 99 – 104

UDC 539.3(043.3)

**CLOSE EQUALIZATIONS OF OSCILLATION OF SLOYSTYKH
PLATES IN STROYTEL'NYKH CONSTRUCTIONS****A.Zh.Seitmuratov¹, A.A. Rsaeva², G. Zhumagulova¹**

angisin_@mail.ru, rsaeva_aiman@mail.ru

The Korkyt Ata Kyzylorda State University¹, School for gifted children «Murager»². Kyzylorda**Key words:** vibrations, plate, deformed environment, resilient and vyazkouprugaya environment.**Abstract:** In this work develops a theory of vibrations of laminated plates of building structures, strictly justified by the staging of various boundary value problems of oscillation. In the study of oscillations of plates accurate three-dimensional problem is replaced by a simpler, two-dimensional points of median plane of the plate, which imposes limitations on the external conditions.

УДК 539.3(043.3)

**ҚҰРЫЛЫС КОНСТРУКЦИЯЛАРЫНДАҒЫ ҚАТПАРЛЫ ҚАЛАҚШАЛАРДЫҢ
ЖУЫҚ ТЕРБЕЛІС ТЕҢДЕУІ****А.Ж.Сейтмұратов¹, А.А.Рсаева², Г.Жумагулова¹**

angisin_@mail.ru, rsaeva_aiman@mail.ru

Қорқыт Ата атындағы Қызылорда мемлекеттік университеті¹,
Дарынды балаларға арналған «Мұрагер» мектебі². Қызылорда қаласы**Тірек сөздер:** тербеліс, қалақша, деформацияланатын орта, серпімді және тұтқырсерпімді орта**Түйін:** Мақалада әртүрлі шеттік тербеліс есебі бойынша құрылыс конструкцияларындағы қатпарлы қалақшалар тербелісінің теориясы қарастырылған. Қалақшалар тербелісін зеріттеу кезінде нақты үш өлшемді есеп қалақшаның ортаңғы жазықтығы үшін қарапайым екі өлшемді түріне ауыстырылады, себебі бұл шарт сыртқы күштердің әсеріне шек қояды.**Кіріспе**—бұл тұтқыр-серпімді дененің стационарлы емес тербелісінің облысында жаңа этаптардың теориялық зерттелуі, динамикалық деформацияланатын тұтқыр-серпімді материалдардың жаңа моделін өңдеу, белгілі модельдер шегінде тегіс және кеңістік есебінің көптеген класын математикалық әдіспен зерттеу тиімділігі, тұтқыр-серпімді параметрлердің әсеріне негізделген негізгі механикалық факторлардың теориялық талдауы болып табылады.

Берілген облыста теориялық және қолданбалы зерттеулердің санына қарамастан диссертациялық жұмыстың негізгі бөлімінде көрсетілген жалпы сипаттама бойынша көптеген есептердің шешілуін әлі де болса өңдеу қажет.

Айта кететін болсақ, олардың қатарына стержендердің, пластиналардың және реологиялық тұрғыдағы қабықшалардың стационарлы емес тербелісінің есебі жатады. Есепті шешу барысында тербелістің жуықталған теңдеулері қолданылды.

Мақаланың мақсаты құрылыс конструкцияларындағы кездесетін деформацияланатын орта есептерін шешу.

Зерттеудің әдістері–математикалық амалдар негізінде шағын деформация кезінде және қоршаған орта есебіндегі жуықталған тендеулерді пайдалану әдістері, тұтқыр-серпімді пластинкалар тербелісі есебімен көлденең және жатық нақты тендеулерді қолдану әдістері;

Зерттеудің ғылыми жаңалығы және теориялық мәні–қолданбалы есептер және механикадағы деформацияланатын қатты дене зерттелуінің даму заңдылығы анықталды, серпінді және тұтқыр – серпімді динамикасының негізгі есептері түрлендірілді, конструкциялардағы қолданылатын материалдардың, серпінді және тұтқыр–серпімді қасиеттері анықталды.

Тұтқыр-серпімді материалдан жасалған шексіз қатпарлы пластинка берілсін, оның орташа қалыңдығы $2h_0$, ал жоғарғы және төменгі қалыңдығы сол материалдан тұратын $(h_1 - h_0)$ тең болсын.

Мұндай қатпарлы пластинка құрылымның ортаңғы материалы параметрінің индексін "0" және "1" –мен белгілейміз.

$$f_z^+ = f_z^- = f_z; \quad f_{jz}^+ = -f_{jz}^- = f_{jz} \quad (j = x, y) \quad (1)$$

сондықтан $U_1^{(0)}, V_1^{(0)}, W_1^{(0)}$ функциялары ішкі қатпарлар үшін келесі түрде болады, яғни

$$U_1^{(0)} = V_1^{(0)} = W_1^{(0)} = 0 \quad (2)$$

$$U^{(0)} = \frac{\partial \varphi}{\partial x} + \frac{\partial \psi}{\partial y}; \quad V^{(0)} = \frac{\partial \varphi}{\partial y} + \frac{\partial \psi}{\partial x}; \quad (3)$$

$\varphi, \psi, w^{(1)}$ үшін келесі дифференциалдық жүйені аламыз

$$\begin{aligned} \rho_1(\Delta \varphi) + \rho_2(w^{(0)}) &= M_1^{-1} f_z(x, y, z); \\ \rho_3(\Delta \varphi) + \rho_4(w^{(0)}) &= M_1^{-1} \left(\frac{\partial f_{xz}}{\partial x} + \frac{\partial f_{yz}}{\partial y} \right); \\ \rho_3(\Delta \varphi) &= M_1^{-1} \left(\frac{\partial f_{xz}}{\partial y} - \frac{\partial f_{yz}}{\partial x} \right); \end{aligned} \quad (4)$$

мұндағы ρ_j операторы келесі түрге ие болады

$$\begin{aligned} \rho_1 &= \sum_{n=0}^{\infty} \sum_{m=0}^{\infty} \left\{ [2(1 - D_1)C_1 Q_{n1} (\lambda_{22}^{(1)} - \Delta)(\lambda_{21}^{(m)} + \Delta C_0 Q_{m1}) + M_1 N_1^{-1} [C_1 Q_{n2} \times \right. \\ &\times (\lambda_{22}^{(1)} - \Delta) + (1 - C_1)\lambda_{22}^{(n)}] C_1 Q_{m1} (\lambda_{21}^{(1)} - \Delta) - (1 + C_0)\lambda_{21}^{(m)} \left. \right\} \frac{(h_1 - h_0)^{2n} h_0^{2m}}{(2n)!(2m)!} + \\ &+ \sum_{n=0}^{\infty} \sum_{m=0}^{\infty} \left\{ [4\Delta \lambda_{22}^{(1)} D_1 Q_{n1} + (\lambda_{22}^{(1)} + \Delta)\lambda_{12}^{(n)}] C_1 Q_{m1} \lambda_{11}^{(1)} - M_1 M_1^{-1} \times \right. \\ &\times (2\lambda_{22}^{(1)} D_2 Q_{m2} + \lambda_{12}^{(n)}) \lambda_{11}^{(1)} [2C_1 \Delta Q_{m1} + (1 - C_1)\lambda_{21}^{(m)}] \left. \right\} \frac{(h_1 - h_0)^{2n+1} h_0^{2m+1}}{(2n+1)!(2m+1)!}; \\ \rho_2 &= \sum_{n=0}^{\infty} \sum_{m=0}^{\infty} \left\{ [2(1 - D_1)C_1 Q_{n1} (\lambda_{22}^{(1)} - \Delta)\Delta C_0 Q_{m0} + [C_1 Q_{n2} (\lambda_{22}^{(1)} - \Delta) + \right. \\ &+ (1 - C_1)\lambda_{22}^{(n)}] M_1 N_1^{-1} [C_1 Q_{m1} (\lambda_{21}^{(1)} - \Delta) + (1 - C_0)\lambda_{21}^{(m)}] \left. \right\} \frac{(h_1 - h_0)^{2n} h_0^{2m}}{(2n)!(2m)!} + \\ &+ \sum_{n=0}^{\infty} \sum_{m=0}^{\infty} \left\{ [4\Delta \lambda_{22}^{(1)} D_1 Q_{n1} + (\lambda_{22}^{(1)} + \Delta)\lambda_{12}^{(n)}] (\lambda_{21}^{(m)} + C_1 Q_{m1} \lambda_{11}^{(1)}) + M_1 M_1^{-1} \Delta \times \right. \\ &\times (2\lambda_{22}^{(1)} D_1 Q_{n1} + \lambda_{12}^{(n)}) [2C_1 Q_{m1} \lambda_{11}^{(1)} + (1 + C_1)\lambda_{21}^{(m)}] \left. \right\} \times \frac{(h_1 - h_0)^{2n+1} h_0^{2m+1}}{(2n+1)!(2m+1)!}; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rho_3 = & \sum_{n=0}^{\infty} \sum_{m=0}^{\infty} \left\{ (1-D_1) [4\Delta C_1 Q_{n1} \lambda_{12}^{(1)} + \lambda_{22}^{(n)} [(1-C_1)^2 \lambda_{12}^{(1)} + (1+C_1)^2 \Delta]] \times \right. \\ & \times (C_1 \Delta Q_{m1} + \lambda_{21}^{(m)}) + M_1 N_1^{-1} \Delta [2C_1 Q_{n1} \lambda_{12}^{(1)} + (1+C_1) \lambda_{22}^{(n)}] [C_1 Q_{m1} (\lambda_{21}^{(1)} - \\ & - \Delta) - (1+C_1) \lambda_{21}^{(m)}] \left. \frac{(h_1 - h_0)^{2n+1} h_0^{2m}}{(2n+1)!(2m)!} + \sum_{n=0}^{\infty} \sum_{m=0}^{\infty} \{-2(\lambda_{22}^{(1)} - \Delta) \times \right. \\ & \times D_1 Q_{n1} C_1 Q_{m1} \lambda_{11}^{(1)} + M_1 M_1^{-1} \lambda_{11}^{(1)} [D_1 Q_{n1} (\lambda_{22}^{(1)} - \Delta) \lambda_{12}^{(n)}] \times \\ & \times [2C_1 Q_{m1} \Delta + (1-C_1) \lambda_{21}^{(m)}] \left. \right\} \times \frac{(h_1 - h_0)^{2n} h_0^{2m+1}}{(2n)!(2m+1)!}; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rho_4 = & \sum_{n=0}^{\infty} \sum_{m=0}^{\infty} \left\{ (1-D_1) [4\Delta C_1 Q_{n1} \lambda_{12}^{(1)} + \lambda_{22}^{(n)} [(1-C_1)^2 \lambda_{12}^{(1)} + (1+C_1)^2 \Delta]] \times \right. \\ & \times C_1 \Delta Q_{m1} + M_1 N_1^{-1} \Delta [2C_1 Q_{n1} \lambda_{12}^{(1)} + (1+C_1) \lambda_{22}^{(n)}] [C_1 Q_{m1} (\lambda_{21}^{(1)} - \Delta) + \\ & + (1-C_1) \lambda_{21}^{(m)}] \left. \frac{(h_1 - h_0)^{2n+1} h_0^{2m}}{(2n+1)!(2m)!} + \sum_{n=0}^{\infty} \sum_{m=0}^{\infty} \{-2\Delta D_1 Q_{n1} (\lambda_{22}^{(1)} - \Delta) \times \right. \\ & \times (C_1 Q_{m1} \lambda_{11}^{(1)} + \lambda_{21}^{(m)}) + M_1 M_1^{-1} \Delta [D_1 Q_{n1} (\lambda_{22}^{(1)} - \Delta) + \lambda_{12}^{(n)}] \times \\ & \times [2C_1 Q_{m1} \lambda_{11}^{(1)} + (1+C_1) \lambda_{21}^{(m)}] \left. \right\} \frac{(h_1 - h_0)^{2n} h_0^{2m+1}}{(2n)!(2m+1)!}; \end{aligned}$$

$$\rho_5 = \sum_{n=0}^{\infty} \sum_{m=0}^{\infty} \lambda_{22}^{(n+1)} \cdot \lambda_{21}^{(m)} \frac{(h_1 - h_0)^{2n+1} h_0^{2m}}{(2n+1)!(2m)!} + \sum_{n=0}^{\infty} \sum_{m=0}^{\infty} \lambda_{22}^{(n)} \cdot \lambda_{21}^{(m+1)} M_1 M_1^{-1} \frac{(h_1 - h_0)^{2n} h_0^{2m+1}}{(2n)!(2m+1)!};$$

ψ потенциалы үшін

$$(\rho_1 \rho_4 - \rho_2 \rho_3) \Delta \varphi = M_1^{-1} \left\{ \rho_4 (f_z) - \rho_2 \left(\frac{\partial f_{xz}}{\partial y} - \frac{\partial f_{yz}}{\partial x} \right) \right\} \quad (5)$$

$$\frac{1}{4} \Pi_0 M_1^{-1} \left(\frac{\partial^2 \varphi}{\partial t^2} \right) - \Delta \varphi = 0 \quad (6)$$

$$\Pi_0 [\rho_1 - (h_1 - h_0) + \rho_0 h_0] M_1^{-1} [M_1^{-1} (1 - M_1 N_1^{-1}) \times (h_1 - h_0) + M_1^{-1} (1 - M_1 N_1^{-1}) h_0]^{-1};$$

$$[\rho_1 - (h_1 - h_0) + \rho_0 h_0] M_1^{-1} \left(\frac{\partial^2 \psi}{\partial t^2} \right) - [(h_1 - h_0) + M_1 M_1^{-1} h_0] \Delta \psi = 0$$

серпінді пластинкалар үшін келесі түрде жазамыз

$$\frac{[\rho_1 (h_1 - h_0) + \rho_0 h_0]}{4 \left[\rho_1 \beta_1^2 \left(1 - \frac{b_1^2}{a_1^2} \right) (h_1 - h_0) + \rho_0 \beta_0^2 \left(1 - \frac{b_0^2}{a_0^2} \right) h_0 \right]} \frac{\partial^2 \varphi}{\partial t^2} - \Delta \varphi = 0$$

$$\frac{[\rho_1 (h_1 - h_0) + \rho_0 h_0]}{\rho_1 \beta_1^2 (h_1 - h_0) + \rho_0 \beta_0^2 h_0} \frac{\partial^2 \psi}{\partial t^2} - \Delta \psi = 0 \quad (7)$$

$$c_{n1}^2 = \frac{4 \left[\rho_1 b_1^2 \left(1 - \frac{b_1^2}{a_1^2} \right) (h_1 - h_0) + \rho_0 b_0^2 \left(1 - \frac{b_0^2}{a_0^2} \right) h_0 \right]}{[\rho_1 (h_1 - h_0) + \rho_0 h_0]}; \quad (8)$$

$$b_{n1}^2 = \frac{[\rho_1 b_1^2 (h_1 - h_0) + \rho_0 b_0^2 h_0]}{[\rho_1 (h_1 - h_0) + \rho_0 h_0]};$$

(7) серпінді пластинкалардың жуықталған теңдеуі.

Осы әдіс негізінде қатпарлы пластинкалардың көлбеу тербелісінің теңдеуі алуға болады

$$f_z^+ = -f_z^- = f_z; \quad f_{jz}^+ = -f_{jz}^- = f_{jz}; \quad (j = x, y) \quad (9)$$

сондай – ақ функциялар

$$U^{(0)} = V^{(0)} = W^{(0)} = 0 \quad (10)$$

$U_1^{(0)}, V_1^{(0)}, W_1^{(0)}$ үшін келесі тендеулер жүйесін аламыз

$$\begin{aligned} K_1 \left(\frac{\partial U_1^{(0)}}{\partial x} + \frac{\partial V^{(0)}}{\partial y} \right) + K_2(W_1^{(0)}) &= M_1^{-1} f_z; \\ K_3 \left(\frac{\partial U_1^{(0)}}{\partial x} + \frac{\partial V^{(0)}}{\partial y} \right) + K_4(W_1^{(0)}) &= M_1^{-1} \left(\frac{\partial f_{xz}}{\partial x} + \frac{\partial f_{yz}}{\partial y} \right); \\ K_5 \left(\frac{\partial U_1^{(0)}}{\partial y} + \frac{\partial V^{(0)}}{\partial x} \right) &= M_1^{-1} \left(\frac{\partial f_{xz}}{\partial y} - \frac{\partial f_{yz}}{\partial x} \right); \end{aligned} \quad (11)$$

мұндағы K_j операторы мыныған тең болады

$$\begin{aligned} K_1 &= \sum_{n=0}^{\infty} \sum_{m=0}^{\infty} \left\{ 2(1 - D_1) C_1 Q_{n1} (\lambda_{22}^{(1)} - \Delta) \right\} (\lambda_{21}^{(m)} - \Delta D_1 Q_{m1} - M_1 N_1^{-1}) \times \\ &\times [C_1 Q_{n1} (\lambda_{22}^{(1)} - \Delta) + (1 - C_1) \lambda_{22}^{(n)}] \left\{ 2\lambda_{21}^{(1)} D_1 Q_{m1} + \lambda_{11}^{(m)} \right\} \frac{(h_1 - h_0)^{2n} h_0^{2m+1}}{(2n)!(2m+1)!} + \\ &+ \sum_{n=0}^{\infty} \sum_{m=0}^{\infty} \left\{ - [4\Delta \lambda_{22}^{(1)} D_1 Q_{n1} + (\lambda_{22}^{(1)} + \Delta) \lambda_{12}^{(n)}] D_1 Q_{m1} \lambda_{11}^{(1)} - M_1 M_1^{-1} \times \right. \\ &\times \left. (2\lambda_{22}^{(1)} D_1 Q_{n1} + \lambda_{12}^{(n)}) [D_1 Q_{m1} (\lambda_{21}^{(1)} - \Delta) + \lambda_{11}^{(m)}] \right\} \frac{(h_1 - h_0)^{2n+1} h_0^{2m}}{(2n+1)!(2m)!}; \\ K_2 &= \sum_{n=0}^{\infty} \sum_{m=0}^{\infty} \left\{ -2(1 - D_1) C_1 Q_{n1} (\lambda_{22}^{(1)} - \Delta) \lambda_{21}^{(1)} \Delta D_1 Q_{m1} + [C_1 Q_{n1} (\lambda_{22}^{(1)} - \Delta) + \right. \\ &+ (1 - C_1) \lambda_{22}^{(n)}] M_1 N_1^{-1} \lambda_{21}^{(1)} [2\Delta D_1 Q_{m1} + \lambda_{11}^{(m)}] \left. \right\} \frac{(h_1 - h_0)^{2n} h_0^{2m+1}}{(2n)!(2m+1)!} + \\ &+ \sum_{n=0}^{\infty} \sum_{m=0}^{\infty} \left\{ [4\Delta \lambda_{22}^{(1)} D_1 Q_{n1} + (\lambda_{22}^{(1)} + \Delta) \lambda_{12}^{(n)}] (\lambda_{12}^{(m)} - D_1 Q_{m1} \lambda_{21}^{(1)}) - M_1 M_1^{-1} \Delta \times \right. \\ &\times \left. (2\lambda_{22}^{(1)} D_1 Q_{n1} + \lambda_{12}^{(n)}) [D_1 Q_{m1} (\lambda_{21}^{(1)} - \Delta) + \lambda_{11}^{(m)}] \right\} \frac{(h_1 - h_0)^{2n+1} h_0^{2m}}{(2n+1)!(2m)!}; \\ K_3 &= \sum_{n=0}^{\infty} \sum_{m=0}^{\infty} \left\{ (1 - D_1) [4\Delta C_1 Q_{n1} \lambda_{12}^{(1)} + \lambda_{22}^{(n)} [(1 - C_1)^2 \lambda_{12}^{(1)} + (1 + C_1)^2 \Delta]] \times \right. \\ &\times (\lambda_{21}^{(m)} - \Delta D_1 Q_{m1}) - M_1 N_1^{-1} \Delta [2C_1 Q_{n1} \lambda_{12}^{(1)} + (1 + C_1) \lambda_{22}^{(n)}] (D_1 Q_{m1} \lambda_{21}^{(1)} + \\ &+ \lambda_{11}^{(m)}) \left. \right\} \frac{(h_1 - h_0)^{2n+1} h_0^{2m+1}}{(2n+1)!(2m+1)!} + \sum_{n=0}^{\infty} \sum_{m=0}^{\infty} \left\{ 2\Delta D_1 Q_{n1} (\lambda_{22}^{(1)} - \Delta) D_1 Q_{m1} + \right. \\ &+ M_1 M_1^{-1} [D_1 Q_{n1} (\lambda_{22}^{(1)} - \Delta) \lambda_{12}^{(n)}] (D_1 Q_{m1} (\lambda_{21}^{(1)} - \Delta) + \lambda_{11}^{(m)}) \left. \right\} \frac{(h_1 - h_0)^{2n} h_0^{2m}}{(2n)!(2m)!}; \\ K_4 &= \sum_{n=0}^{\infty} \sum_{m=0}^{\infty} \left\{ -(1 - D_1) [4\Delta C_1 Q_{n2} \lambda_{12}^{(1)} + \lambda_{22}^{(n)} [(1 - C_1)^2 \lambda_{12}^{(1)} + (1 + C_2)^2 \Delta]] \times \right. \\ &\times \lambda_{21}^{(1)} \Delta D_1 Q_{m1} - M_1 N_1^{-1} \Delta \lambda_{21}^{(1)} [2C_1 Q_{n1} \lambda_{12}^{(1)} + (1 + C_1) \lambda_{22}^{(n)}] (2\Delta D_1 Q_{m1} + \\ &+ \lambda_{11}^{(m)}) \left. \right\} \frac{(h_1 - h_0)^{2n+1} h_0^{2m+1}}{(2n+1)!(2m+1)!} - \sum_{n=0}^{\infty} \sum_{m=0}^{\infty} \left\{ 2\Delta D_1 Q_{n1} (\lambda_{22}^{(1)} - \Delta) (\lambda_{21}^{(m)} - \right. \\ &- D_1 Q_{m1} \lambda_{21}^{(1)}) + M_1 M_1^{-1} \Delta [D_2 Q_{n1} (\lambda_{22}^{(1)} - \Delta) \lambda_{12}^{(n)}] (D_1 Q_{m1} (\lambda_{21}^{(1)} - \Delta) - \lambda_{11}^{(m)}) \left. \right\} \times \\ &\times \frac{(h_1 - h_0)^{2n} h_0^{2m+1}}{(2n)!(2m+1)!}; \end{aligned}$$

$$K_5 = \sum_{n=0}^{\infty} \sum_{m=0}^{\infty} \lambda_{22}^{(n+1)} \cdot \lambda_{21}^{(m+1)} \frac{(h_1 - h_0)^{2n+1} h_0^{2m+1}}{(2n+1)!(2m+1)!} + M_1 M_1^{-1} \sum_{n=0}^{\infty} \sum_{m=0}^{\infty} \lambda_{22}^{(n)} \cdot \lambda_{21}^{(m)} \frac{(h_1 - h_0)^{2n} h_0^{2m}}{(2n)!(2m)!} \quad (12)$$

$$(K_1 K_4 - K_2 K_3)(W_1^{(0)}) = -K_3 [M_1^{-1}(f_z)] + K_1 \left[M_1^{-1} \left(\frac{\partial f_{xz}}{\partial x} + \frac{\partial f_{yz}}{\partial y} \right) \right] \quad (13)$$

(13) тендеуі қатпарлы пластинкалардың тербеліс тендеуі болып табылады.

Қорытынды-құрылыс конструкцияларындағы қолданылатын материалдардың, серпінді және тұтқыр – серпімді қасиеттері, анизотропты, көпқабатты және басқада механикалық сипатталары бар. Жазық элементтердің әртүрлі тербелісінің жалпы және жуық элементтерін құру құрылыс конструкцияларындағы есепті теориялық негізде өңдеу ауқымды мәселе болып табылады. Мұндай мәселеге конструкциялардың стационарлы емес сипаттамасының моделін түрлендіру есебіне жатады. Қатпарлы пластинкалардың жанама тербеліс тендеуін қарастыу негізінде құрылыс конструкцияларындағы деформацияланатын орта есебін шешудің әдіс-тәсілдері белгіленді.

ӘДЕБИЕТ

- [1] Филиппов И.Г. К нелинейной теории вязкоупругих изотропных сред. Киев: Прикл. механика, 1983, т.19, № 3, с.3-8.
- [2] Филиппов И.Г., Филиппов С.И. Уравнения колебания кусочно-однородной пластинки переменной толщины. – МТТ, 1989, № 5, с.149-157.
- [3] Филиппов И.Г., Филиппов С.И., Костин В.И. Динамика двумерных композитов. – Труды Междун. конференции по механики и материалам, США, Лос-Анжелес, 1995, с.75-79.
- [4] Филиппов И.Г., Филиппов С.И., Егорычев О.А. Влияние слоистости деформированного основания на колебания плоских элементов. Сб. трудов Респуб. конфер. «Актуальные проблемы механики контактного взаимодействия», Узбекистан, 1997, с.70-71.
- [5] Цейтлин А.И. Решение нестационарных динамических задач о балках и плитах, лежащих на упругом основании. – Строит. Механика и расчет сооружений, № 2, 1964.
- [6] Цейтлин А.И. Кусайнов А.А. Методы учета внутреннего трения в динамических расчетах конструкций // Алматы. «Наука», 1987, 238с.
- [7] Янь Д., Чжоу К. Реакция пластины, опертой на жидкое полупространство при воздействии подвижного импульса давления. – «Прикладная механика», сер. Е, - № 4, 1970.
- [8] Джанмулдаев Б.Д., Досжанов М.Ж., Сейтмуратов А.Ж. Распространение сдвиговых цилиндрических волн в анизотропном однородном цилиндрическом слое. / Деп. в ВИНТИ № 189-В 96 от 17.01.96. г. Москва 1996г.
- [9] Сейтмуратов А.Ж. Прохождение сдвиговых волн через анизотропно-неоднородный и трансверсально-изотропный цилиндрический слой. / Деп. в Каз.гостИНТИ № 189-В 96. Выпуск стр.17 г. Алматы 1996г.
- [10] Сейтмуратов А.Ж. Приближенные уравнение поперечного колебания пластинки, находящейся под поверхностью. / Тезисы докладов научно технической конференции «Проблемы экологии и природопользования» К-Орда 1996г.
- [11] Сейтмуратов А.Ж. Уточненные уравнения колебания вязкоупругой пластинки, находящейся под поверхностью деформируемой среды. / Тезисы докладов научно-технической конференции КПТИ им. И. Жахаева, К-Орда, 1996г.
- [12] Джанмулдаев Б.Д., Сейтмуратов А.Ж. Колебания бесконечной полосы пластинки находящейся под поверхностью. / Деп. в ВИНТИ № 3399-В 96 от 22.11.96. г. Москва 1996г.
- [13] Филиппов И.Г. Чебан В.Г. Математическая теория колебаний упругих и вязкоупругих пластин и стержней. – Кишинев: Штиинца, 1988,-190-193
- [14] Materials of international scientifically-practical conference “The Science: theory and practice” Belgorod 2005. 47-50
- [15] Сейтмуратов А.Ж., Умбетов У. Моделирование и прогнозирование динамики многокомпонентной деформируемой среды: Монография.-Тараз,2014, 171-176

REFERENCES

- [1] Filippov I.G. K nelinejnoj teorii vjzskouprugih izotropnyh sred. Kiev: Prikl. mehanika, 1983, t.19, № 3, s.3-8.
- [2] Filippov I.G., Filippov S.I. Uravnenija kolebanija kusochno-odnorodnoj plastinki peremenoj tolshhiny. – МТТ, 1989, № 5, s.149-157.
- [3] Filippov I.G., Filippov S.I., Kostin V.I. Dinamika dvumernyh kompozitov. – Trudy Mezhdun. konferencii po mehaniki i materialam, SSHA, Los-Anzheles, 1995, s.75-79.
- [4] Filippov I.G., Filippov S.I., Egorychev O.A. Vlijanie sloistosti deformirovannogo osnovanija na kolebanija ploskih jelementov. Sb. trudov Respub. konfer. «Aktual'nyye problemy mehaniki kontaktnogo vzaimodejstvija», Uzbekistan, 1997, s.70-71.
- [5] Cejtlin A.I. Reshenie nestacionarnyh dinamicheskikh zadach o balkah i plitah, lezhashhих na uprugom osnovanii. – Stroit. Mehanika i raschet sooruzhenij, № 2, 1964.
- [6] Cejtlin A.I. Kusainov A.A. Metody ucheta vnutrennego trenija v dinamicheskikh raschetah konstrukcij // Almaty. «Nauka», 1987, 238s.

[7] Jan' D., Chzhou K. Reakcija plastiny, opertoj na zhidkoe poluprostranstvo pri vozdejstvii podvizhnogo impul'sa davlenija. – «Prikladnaja mehanika», ser. E, - № 4, 1970.

[8] Džhanmuldaev B.D., Dosžhanov M.Zh., Sejtмуратов A.Zh. Rasprostranenie sdvigovyh cilindričeskikh voln v anizotropnom odnorodnom cilindričeskom sloe. / Dep. v VINITI № 189-V 96 ot 17.01.96. g. Moskva 1996g.

[9] Sejtмуратов A.Zh. Prohoždenie sdvigovyh voln čerez anizotropno-neodnorodnyj i transversal'no-izotropnyj cilindričeskij sloj. / Dep. v Kaz.gostINTI № 189-V 96. Vypusk str.17 g. Almaty 1996g.

[10] Sejtмуратов A.Zh. Priblizhennye uravnenie poperečnogo kolebanija plastinki, nahodjashhejsja pod poverhnost'ju. / Tezisy dokladov nauchno tehničeskoj konferencii «Problemy jekologii i prirodopol'zovanija» K-Orda 1996g.

[11] Sejtмуратов A.Zh. Utočnennye uravnenija kolebanija vjzakuprugoj plastinki, nahodjashhejsja pod poverhnost'ju deformiruemoj sredy. / Tezisy dokladov nauchno-tehničeskoj konferencii KPTI im. I. Zhahaeva, K-Orda, 1996g.

[12] Džhanmuldaev B.D., Sejtмуратов A.Zh. Kolebanija beskonečnoj polosy plastinki nahodjashhejsja pod poverhnost'ju. / Dep. v VINITI № 3399-V 96 ot 22.11.96. g. Moskva 1996g.

[13] Filippov I.G. Cheban V.G. Matematičeskaja teorija kolebanij uprugih i vjzakuprugih plastin i sterzhnej. – Kishinev: Shtiinca, 1988,-190-193

[14] Materials of international scientifically-practical conference “The Science: theory and practice” Belgorod 2005. 47-50

[15] Sejtмуратов A.Zh., Umbetov U. Modelirovanie i prognozirovanie dinamiki mnogokomponentnoj deformiruemoj sredy: Monografija.-Taraz,2014, 171-176

УДК 539.3(043.3)

Приближенное уравнение колебания слоистых пластин в строительных конструкциях

А.Ж.Сейтмуратов¹, А.А.Рсаева², Г.Жумагулова¹

angisin@mail.ru, rsaeva_aiman@mail.ru

Кызылординский государственный университет им.Коркыт Ата¹, Школа «Мурагер» для одаренных детей².
г.Кызылорда

Ключевые слова: колебания, пластинка, деформируемая среда, упругая и вязкоупругая среда.

Аннотация: В данной работе развивается теория колебания слоистых пластинок строительных конструкций, строго обоснованной постановкой различных краевых задач колебания. При исследовании колебания пластин точная трехмерная задача заменяется более простой, двумерной для точек срединной плоскости пластинки, что накладывает ограничения на внешние условия.

Сведения об авторах

1.Сейтмуратов Анғысын Жасаралович - Доктор физико-математических наук, ассоциированный профессор, КГУ им.Коркыт Ата

2.Рсаева Айман Алтынбековна - учитель математики первой категории, спец.школы «Мурагер» для одаренных детей

3.Жумагулова Галия- магистрант КГУ им.Коркыт Ата

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

PHYSICO-MATHEMATICAL SERIES

ISSN 1991-346X

Volume 6, Number 304 (2015), 105 – 108

UDC 517.9

**ABOUT STRONG RESOLVABILITY OF AN ANTI-PERIODIC
PROBLEM OF THE EQUATION OF HEAT CONDUCTIVITY
WITH THE DEVIATING ARGUMENT****Saprygina M.B., Shaldanbayev A.Sh., Orazov I.O.**The southern Kazakhstan state university of M. Aueyzov, Shymkent
shaldanbaev51@mail.ru**Key words:** the heat conductivity equation, own functions, attached functions, deviating argument.**Abstract.** In the real work, method of division of variables and the spectral theory of the equation with we otklonyashchitsya by argument, strong resolvability of an anti-periodic problem of the equation of heat conductivity with отклоняющмся argument is shown. A deviation from Carleman's class.

УДК 517.9

**АРГУМЕНТІ АУЫТҚЫҒАН ЖЫЛУ ТЕНДЕУІНІҢ АНТИПЕРИОДТЫ
ЕСЕБІНІҢ КҮШТІ ШЕШІЛУІ ТУРАЛЫ****Сапрыгина М.Б., Шалданбаев А.Ш., Оразов И.О.**М.Әуезов атындағы Оңтүстік-Қазақстан мемлекеттік университеті, Шымкент қаласы
shaldanbaev51@mail.ru**Кілт сөздер:** жылу теңдеуі, меншікті функциялар, қосарлас функциялар, ауытқыған аргумент.**Аннотация.** Бұл еңбекте аргументі ауытқыған жылу теңдеуінің антипериодты есебінің күшті шешілетіні көрсетілген. Зерттеу барысында айнымалыларды ажырату әдісі мен аргументі ауытқыған теңдеудің спектралді теориясы қолданылған. Ауытқу Карлеманның класына тиісті.

1.Кіріспе. Аргументі ауытқыған теңдеулердің теориясы көптеген авторлардың зерттеулеріне арқау болды, атап айтар болсақ, А.Д. Мышкис [1], Л.Э. Эльсгольц пен С.Б. Норкиннің [2], әйгілі, монографияларында оларға дейінгі жүргізілген зерттеулерге шолу жасалып, тиісті қорытындылар жасалған. Аргументі ауытқыған Штурм-Лиувилл теңдеуінің шекаралық есептері С.Б. Норкиннің [3] еңбегінде зерттелген. Осы, және басқа көптеген еңбектерде ауытқу теңдеудің жоғарғы ретті мүшелерінде кездеседі. Ауытқуы спектралдік параметрінде кездесетін жағдайға арналған еңбектерді саусақпен санауға болады, осы орайда, Т.Ш. Кальменов, С.Т. Ахметова и А.Ш. Шалданбаев [4], А.М. Ибраимкулов [5], Т.Ш. Кальменов, А.Ш. Шалданбаев [6]-[9] еңбектерін атаған жөн сыйақты. Функционалдық анализдің ұғымдарымен [10] – [13], ал шекаралық есептердің спектралдік мәселелерімен [14] – [23], еңбектерде танысуға болады.

Бұл еңбек [4] еңбектің жалғасы іспетті, және оның нәтижелеріне сүйенеді, көпке мәлім, жылу теңдеуінің аргументін ауытқысақ не болады деген сұраққа жауап береді. Бұл сәтте дискретті спектр пайда болады екен, және бұл есептің ерекшелігі болса керек.

Ω – дегеніміз жазықтықта жатқан қабырғалары: $AB: 0 \leq t \leq T, x = 0$; $BC: 0 \leq x \leq l, t = T$; $CD: 0 \leq t \leq T, x = l$; $DA: 0 \leq x \leq l, y = 0$ болатын тіктөртбұрыш болсын делік. $C^{1,2}(\Omega)$ –арқылы Ω аймағында t бойынша бір рет, ал x бойынша екі рет үздіксіз дифференциалданатын $u(x, t)$ функциялары жиынын белгілейік. Ω -жиынының шекарасы ретінде $\Gamma = AB \cup AD \cup CD$ қабырғаларын алалық.

Антипериодты есеп. Әрбір $f(x, t) \in L^2(\Omega)$ функциясы үшін мына,

$$Lu = u_t(x, T - t) + u_{xx}(x, t) = f(x, t) \quad (1)$$

$$u|_{t=0} = u|_{x=0} + u|_{x=l} = u_x|_{x=0} + u_x|_{x=l} = 0; \quad (2)$$

шекаралық есептің шешімін табу керек.

2.Зерттеу әдістері

Жоғарыдағы (3)-(4) спектралді есепке айнымалыларды ажырату әдісін қолданамыз, нәтижесінде Штурм-Лиувилдің антипериодты есебі мен аргументі ауытқыған Кошидің есебін аламыз. Бірінші есептің шешімі көпшілікке мәлім, ал екінші есеп егжей-тегжейлі [4] еңбекте зерттелген, сондықтан тек алынған нәтижелерді тұжырымдаумен шектелеміз.

3.Алынған нәтижелер

ТЕОРЕМА 1. Мына,

$$Lu = u_t(x, T - t) + u_{xx}(x, t) = \lambda u(x, t)$$

$$u|_{t=0} = u|_{x=0} + u|_{x=l} = u_x|_{x=0} + u_x|_{x=l} = 0$$

спектралді есептің, мынадай,

$$\lambda_{mn} = (-1)^n \left(n + \frac{1}{2} \right) \frac{\pi}{T} - (2m + 1)^2 \frac{\pi^2}{l^2}, \quad m, n = 0, 1, 2, \dots$$

шексіз көп меншікті мәндері мен оларға сәйкес, мынадай,

$$u_{mn}^-(x, t) = \frac{2}{\sqrt{Tl}} \cdot \cos(2m + 1) \frac{\pi}{l} x \cdot \sin \left(n + \frac{1}{2} \right) \frac{\pi}{T} t, \quad m, n = 0, 1, 2, \dots$$

$$u_{mn}^+(x, t) = \frac{2}{\sqrt{Tl}} \cdot \sin(2m + 1) \frac{\pi}{l} x \cdot \sin \left(n + \frac{1}{2} \right) \frac{\pi}{T} t, \quad m, n = 0, 1, 2, \dots$$

меншікті функциялары бар, және олар $L^2(\Omega)$ кеңістігінде ортонормаланған базис құрайды, мұндағы, $\Omega = [0, l] \times [0, T]$.

ТЕОРЕМА 2. Мына,

$$Lu = u_t(x, T - t) + u_{xx}(x, t) = f(x, t)$$

$$u|_{t=0} = u|_{x=0} + u|_{x=l} = u_x|_{x=0} + u_x|_{x=l} = 0$$

шекаралық есептің бірегей шешімі бар болуы үшін, келесі,

$$\frac{\pi T}{l^2} \neq \frac{2n + \frac{1}{2}}{(2m + 1)^2}, \quad \forall m, n = 0, 1, 2, \dots$$

шарттар орындалуы қажетті әрі жеткілікті. Осы шарттар орындалғанда, мына,

$$\sum_{m=0}^{\infty} \sum_{n=0}^{\infty} \left| \frac{(f, u_{mn}^{\pm})}{\lambda_{mn}} \right|^2 < +\infty$$

шартты қанағаттандыратын, барлық $f(x, t) \in L^2(\Omega)$ үшін, күшті шешім бар, және ол, мынадай,

$$u(x,t) = \sum_{m=0}^{\infty} \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(f, u_{mn}^{\pm})}{\lambda_{mn}} \cdot u_{mn}^{\pm}(x,t),$$

мұндағы,

$$\lambda_{mn} = (-1)^n \left(n + \frac{1}{2} \right) \frac{\pi}{T} - (2m+1)^2 \frac{\pi^2}{l^2}, \quad m, n = 0, 1, 2, \dots$$

$$u_{mn}^{-}(x,t) = \frac{2}{\sqrt{Tl}} \cdot \cos(2m+1) \frac{\pi}{l} x \cdot \sin \left(n + \frac{1}{2} \right) \frac{\pi}{T} l, \quad m, n = 0, 1, 2, \dots$$

$$u_{mn}^{+}(x,t) = \frac{2}{\sqrt{Tl}} \cdot \sin(2m+1) \frac{\pi}{l} x \cdot \sin \left(n + \frac{1}{2} \right) \frac{\pi}{T} l, \quad m, n = 0, 1, 2, \dots$$

ТЕОРЕМА 3. Мына ,

$$Lu = u_t(x, T-t) + u_{xx}(x, t),$$

$$u|_{t=0} = u|_{x=0} + u|_{x=l} = u_x|_{x=0} + u_x|_{x=l} = 0$$

оператордың қабындысы $L^2(\Omega)$ кеңістігінде жалқы оператор, яғни $(\bar{L})^* = \bar{L}$.

Жоғарыдағы 2 және 3 теоремаларынан, келесі теорема туындайды.

ТЕОРЕМА 4. Егер

$$\frac{\pi T}{l^2} \neq \frac{2n + \frac{1}{2}}{(2m+1)^2}, \quad \forall m, n = 0, 1, 2, \dots$$

болса, онда \bar{L}^{-1} -кері операторы бар ,және ол жалқы оператор.

4.Талқылау

Аргументті ауытқыту нәтижесінде спектр пайда болды, сондықтан сызықтық операторлардың спектралдік теориясын қолдануға мүмкіндік болды. Оператор мен оның қабындысының спектрі әртүрлі болары белгілі, бірақ біз оншалықты терең бойламадық.

ӘДЕБИЕТ

- [1] Мышкис А.Д. Линейные дифференциальные уравнения с запаздывающим аргументом М. -1972. - 352 с.
- [2] Эльсгольц Л.Э., Норкин С.Б. Введение в теорию дифференциальных уравнений с отклоняющимся аргументом М.- 1971.- 296 с.
- [3] Норкин С.Б. Дифференциальные уравнения с запаздывающим аргументом М. -1965.- 356 с.
- [4] Кальменов Т.Ш. Ахметова С. Шалданбаев А.Ш. К спектральной теории уравнений с отклоняющимся аргументом // Математический журнал, Алматы.- 2004.- Т. 4, № 3. - С. 41-48.
- [5] Ибраимкулов А.М. О спектральных свойствах краевой задачи для уравнения с отклоняющимся аргументом // Известия АН.Каз.ССР, сер.физ.-мат.- 1988.- № 3.- С. 22-25.
- [6] T. Sh. Kal'menov, and A. Sh. Shaldanbaev, On a criterion of solvability of the inverse problem of heat conduction, Journal of Inverse and Ill-Posed Problems 18, 352-369 (2010).
- [7] I. Orazov, A. Shaldanbayev, and M. Shomanbayeva, About the Nature of the Spectrum of the Periodic Problem for the Heat Equation with a Deviating Argument, Abstract and Applied Analysis, Volume 2013 (2013), Article ID 128363, 6 pages, <http://dx.doi.org/10.1155/2013/128363>
- [8] Шалданбаев А.Ш. Спектральные разложения корректных-некорректных начально краевых задач для некоторых классов дифференциальных уравнений.- Монография. 193с, LAP LAMBERT Academic Publishing. <http://dnb.d-nb.de>. Email:info@lap-publishing.com, Saarbrucken 2011, Germanu.
- [9] Т.Ш. Калменов. Краевые задачи для линейных уравнений в частных производных гиперболического типа, Шымкент.:Фылым, 1993.-327 б.
- [10] Г.Е. Шилов. Математический анализ. Специальный курс.: Физмат, 1960.
- [11] Г. Вейль. Избранные труды, Наука, 1984. -510с.
- [12] М. Рид , Б. Саймон. Методы современной математической физики, М.: Мир, 1977, 278-285 б.
- [13] У. Рудин. Функциональный анализ, М.: Мир, 1975. -443 б.
- [14] G.D. Birkhoff. One the asymptotic character of the solutions of certain. Linear differential equations containing a parametr, Trans, Amer. Math. Soc 9. (1908). Стр 219-231.
- [15] Я.Д. Тамаркин. О некоторых общих задачах теории обыкновенных линейных дифференциальных уравнений. П.Г. тип. М.П. Фроловой 1917.
- [16] F.Browder . On the eigenfunction and eigenvalues on the general. Linear. Miptic differential operators, Proc,Nat. Acad. ScUSA, t . 39 (1953) 433-439.

- [17] T.Carleman. Uber die asymptotische Verelung der ligenwerte partiller. Differen tialgleichungen Ber. Sachs Akad. Wiss .zu Leipzig. Math. Phus, klass 88(1936) 119-134.
- [18] М.В. Келдыш. О собственных значениях и собственных функциях некоторых классов несамосоряженных уравнений, ДАН СССР, 1951. том LXXVII, № 1. с.11-14.
- [19] М.А. Наймарк. Линейные дифференциальные операторы, II –ое издание, М: Наука, 1969,526 с.
- [20] В.А. Марченко. Операторы Штурма Лиувилля и их приложения, Киев: Наукова думка, 1977,329 с.
- [21] Н.И. Ахиезер, Н.М. Глазман. Теория линейных операторов в гилбертовом пространстве ,М.: Наука, 1966, 543с.
- [22] Б.М. Левитан, И.С. Саргсян. Введение в спектральную теорию, М.: Наука ,1970, 67 с.
- [23] М.О. Отелбаев. Оценки спектра оператора Штурма-Лиувилля, Алма-ата, Фильм, 1990, с.187.

REFERENCES

- [1] Myshkis A.D. Linejnye differencial'nye uravnenija s zapazdyvajushhim argumentom M. -1972. - 352 s.
- [2] Jel'sgol'c L.Je., Norkin S.B. Vvedenie v teoriju differencial'nyh uravnenij s otklonjajushhimsja argumentom M.- 1971.- 296 s.
- [3] Norkin S.B. Differencial'nye uravnenija s zapazdyvajushhim argumentom M. -1965.- 356 s.
- [4] Kal'menov T.Sh. Ahmetova S. Shaldanbaev A.Sh. K spektral'noj teorii uravnenij s otklonjajushhimsja argumentom // Matematicheskij zhurnal, Almaty.- 2004.- T. 4, № 3. - S. 41-48.
- [5] Ibraimkulov A.M. O spektral'nyh svojstvah kraevoj zadachi dlja uravnenija s otklonjajushhimsja argumentom // Izvestija AN.Kaz.SSR, ser.fiz.-mat.- 1988.- № 3.- S. 22-25.
- [6] T. Sh. Kal'menov, and A. Sh. Shaldanbaev, On a criterion of solvability of the inverse problem of heat conduction, Journal of Inverse and Ill-Posed Problems 18, 352-369 (2010).
- [7] I. Orazov, A. Shaldanbayev, and M. Shomanbayeva, About the Nature of the Spectrum of the Periodic Problem for the Heat Equation with a Deviating Argument, Abstract and Applied Analysis, Volume 2013 (2013), Article ID 128363, 6 pages, <http://dx.doi.org/10.1155/2013/128363>
- [8] Shaldanbaev A.Sh. Spektral'nye razlozhenija korrektnyh-nekorrektnyh nachal'no kraevyh zadach dlja nekotoryh klassov differencial'nyh uravnenij.- Monografija. 193с,LAP LAMBERT Academic Pyblishing. <http://dnb.d-nb.de>. Email:info@lap-publishing.com,Saarbrucken 2011,Germanu.
- [9] T.Sh. Kalmenov Kraevye zadachi dlja linejnyh uravnenii v chastnyh proizvodnyh giperbolicheskogo tipa.- Shymkent.:Fylym, 1993.-327 b.
- [10] G.E. Shilov Matematicheskij analiz. Special'nyj kurs.: Fizmat, 1960.
- [11] G. Vejl' Izbrannye trudy, Nauka, 1984. -510s.
- [12] M. Rid , B. Sajmon Metody sovremennoj matematicheskoy fiziki.-M.: Mir, 1977.- 278-285 b.
- [13] U. Rudin Funkcional'nyj analiz. –M.: Mir, 1975. -443 b.
- [14] G.D. Birkhoff. One the asymptotic character of the solutions of certain. Linear differential equations containing a parametr, Trans, Amer. Math. Soc 9. (1908), Str 219-231.
- [15] Ja.D. Tamarkin. O nekotoryh obshhих zadachph teorija obyknovennyh linejnyh differencial'nyh uravnenij. P.G. tip. M.P. Fromovoj 1917.
- [16] F.Browder . On the eigenfunction and eigenvalues on the general. Linear. Miptic differential operators, Proc,Nat. Acad. ScUSA, t . 39 (1953) 433-439.
- [17] T.Carleman. Uber die asymptotische Verelung der ligenwerte partiller. Differen tialgleichungen Ber. Sachs Akad. Wiss .zu Leipzig. Math. Phus, klass 88(1936) 119-134.
- [18] 18 М.В. Келдыш. О собствнных значениях и собствнных функциях неkotoryh klassov neasmosorjazhennyh uravnenij II DAI SSSR, 1951. том LXXVII, № 1. CII-14.
- [19] М.А. Najmark. Linejnye, differencial'noe operatory II –oe izdanie –M: Nauka 1969-526s.
- [20] V.A. Marchenko. Operatory Shturma-Liuvillja i ih prilozhenija-kiev: Naukova dumka. 1977-329s.
- [21] N.I. Ahiezer N.M. Glazman. Teorija linejnyh operatorov v gilbertovom prostranstve –M. Nauka 1966. 543s.
- [22] B.M. Levitan, I.S. Sargsjan. Vvedenie v spektral'nuju teoriju. M. Nauka .1970. 670s.
- [23] М.О. Отелбаев. Ocenki spektra operatora Shturma-Liuvillja. Alma-ata. Fylym 1990g. S187.

О сильной разрешимости антипериодической задачи уравнения теплопроводности с отклоняющимся аргументом

Сапрыгина М.Б., Шалданбаев А.Ш., Оразов И.О.

Южно-Казахстанский государственный университет им.М.Ауезова,г.Шымкент

Ключевые слова: уравнение теплопроводности,собственные функций,присоединенные функций,отклоняющиеся аргумент.

Аннотация. В настоящей работе,методом разделения переменных и спектральной теории уравнения с отклоняющимся аргументом, показана сильная разрешимость антипериодической задачи уравнения теплопроводности с отклоняющимся аргументом. Отклонение из класса Карлемана.

Авторы: Сапрыгина М.Б.– к.ф.-м.н.,старший преподаватель кафедры «Информатики и математики» Южно-Казахстанской государственной фармацевтической академии,г. Шымкент.

Шалданбаев Амир Шалданбаевич – д.ф.-м.н.,профессор кафедры «Математические методы и моделирование» Южно-Казахстанского государственного университета им. М.Ауезова, г. Шымкент.

Оразов И.О – к.ф.-м.н.,профессор кафедры «Информатики» Южно-Казахстанского государственного университета им. М.Ауезова, г. Шымкент.

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

PHYSICO-MATHEMATICAL SERIES

ISSN 1991-346X

Volume 6, Number 304 (2015), 109 – 117

UDC 517.946

**ABOUT ONE INTEGRAL GEOMETRY PROBLEM FOR FAMILY
CURVES IN MULTIDIMENSIONAL SPACE****Dilman T.B., Serikbol M.S.**E-mail: DilmanTB@mail.ru

The Korkyt Ata Kyzylorda State University. Kyzylorda

Key words: integral geometry, family curves, integral equation, solution, uniqueness.

Abstract: In this article the following class of integral geometry problems is considered: about the function reconstruction, shared by the integrals on some set of curves. This problems are correlated with several applications. In order to study the internal earth structure, the multiple explosions are held on Earth surface. Then, the fluctuations regimes of earth surface are measured on equipment for each explosion. The goal of research is to determine distribution of physical parameters inside the Earth according to equipment measurements, correlated with laws on dissemination of seismic waves. The most clear functional of such equipment is the arrival time of seismic wave, which exactly serves as a base for interpretation practice. It is known that linearized problem of seismic-exploration data interpretation is actually the integral geometry problem. An integral geometry also includes the problems related to the radiography, particularly the interpretation problem of X-ray examination. For instance, a X-ray film darkening functionally correlated with the absorption coefficient is also actually an integral geometry problem. In this case, it is required to determine the function if the integrals of this function on set of rays were set. The integral geometry problem in multidimensional space is studied in this work. The solution uniqueness theorem is proved for the considered integral geometry problem.

УДК 517.946

**ОБ ОДНОЙ ЗАДАЧЕ ИНТЕГРАЛЬНОЙ ГЕОМЕТРИИ
В МНОГОМЕРНОМ ПРОСТРАНСТВЕ****Дильман Т.Б., Серикбол М.С.**E-mail: DilmanTB@mail.ru

Кызылординский государственный университет имени Коркыт ата, г. Кызылорда

Ключевые слова: интегральная геометрия, семейство кривых, интегральное уравнение, решение, единственность.

Аннотация: В данной статье рассматривается следующий класс задач интегральной геометрии: о восстановлении функции, заданной интегралами по некоторому семейству кривых. Эти задачи связаны с многочисленными приложениями. В целях изучения внутреннего строения земных недр на поверхности Земли производится серия взрывов. Для каждого взрыва на системе приборов измеряются режимы колебаний земной поверхности. Цель исследования – по показаниям приборов определить внутри Земли распределение физических параметров, связанных с законами распространения сейсмических волн. Наиболее четкий функционал в показаниях приборов – время прихода сейсмической волны, именно он служит основой в практике интерпретации. Известно, что линейризованная задача интерпретации данных сейсморазведки есть задача интегральной геометрии. К интегральной геометрии сводятся задачи, связанные с просвечиванием, в частности, задачи интерпретации рентгеновских снимков. Потемнение рентгеновской пленки функционально связано с интегралом поглощения вдоль рентгеновского луча от источника до точки на пленке. Таким образом, задача определения пространственного коэффициента поглощения есть задача интегральной геометрии – требуется определить функцию, если заданы интегралы от этой функции по

семейству лучей. В работе исследуется задача интегральной геометрии для семейства пространственных кривых. Доказывается теорема единственности решения рассматриваемой задачи интегральной геометрии.

Обратными задачами для дифференциальных уравнений, как известно, принято называть задачи определения дифференциальных уравнений по известной информации о решениях этих уравнений [1-3]. Многие прикладные вопросы, касающиеся исследования кинематических задач сейсмологии, теории потенциала, уравнения Штурма-Лиувилля и других процессов, привели к обратным задачам [4-8].

Многомерные обратные задачи для дифференциальных уравнений часто некорректны в классическом смысле Адамара. Поэтому актуальность приобретают вопросы единственности и поиск минимальной информации, которая делает обратную задачу определенной. Требуется установить условную корректность в смысле Тихонова некорректно поставленных задач [9-12].

Обратные задачи приводят к операторным уравнениям 1-рода. Например, некоторые обратные задачи для гиперболических уравнений могут быть редуцированы к исследованию интегральных уравнений типа Вольтерра 1-рода. Это позволяет для одномерных обратных задач получить интегральное уравнение Вольтерра 2-рода с оператором, обладающими достаточно хорошими свойствами [13-15]. В многомерных обратных задачах информации о решениях уравнений задается лишь на части границы рассматриваемой области и поэтому такую обратную задачу невозможно свести к интегральному уравнению 2-рода. Как известно, причиной является некорректность многих обратных задач для дифференциальных уравнений с частными производными.

Многие обратные задачи для дифференциальных уравнений математической физики тесно связаны с задачами интегральной геометрии [16-20]. Возникает необходимость исследования новых задач интегральной геометрии, когда интегрирование искомой функции (или нескольких функций) производится по семейству сложных многообразий.

Рассмотрим следующую задачу интегральной геометрии

$$v(\xi, \eta, \zeta) = \iint_{S(\xi, \eta, \zeta)} u(x, y, z) dS, \quad (1)$$

где $S(\xi, \eta, \zeta)$ - семейство конусов

$$(\zeta - z)^2 = (\xi - x)^2 + (\eta - y)^2 \quad (0 \leq z \leq \zeta)$$

или $z = \zeta - \sqrt{(\xi - x)^2 + (\eta - y)^2}$ с вершинами в точках (ξ, η, ζ) , опирающихся на плоскость $z = 0$.

Учитывая, что

$$p = z'_x = \frac{\xi - x}{\sqrt{(\xi - x)^2 + (\eta - y)^2}}, \quad q = z'_y = \frac{\eta - y}{\sqrt{(\xi - x)^2 + (\eta - y)^2}},$$

$$\sqrt{1 + p^2 + q^2} = \sqrt{2}$$

поверхностный интеграл (1) можно свести к повторному интегралу

$$v(\xi, \eta, \zeta) = \iint_{D(\xi, \eta, \zeta)} u(x, y, \zeta - \sqrt{(\xi - x)^2 + (\eta - y)^2}) dx dy.$$

Вводим полярную систему координат $\xi = x + r \cos \varphi$, $\eta = y + r \sin \varphi$, тогда имеем

$$v(\xi, \eta, \zeta) = \sqrt{2} \int_0^{2\pi} \int_0^{\zeta} u(\xi - r \cos \varphi, \eta - r \sin \varphi, \zeta - r) r dr d\varphi.$$

Применяем преобразование Фурье к обеим частям уравнения по переменным ξ, η :

$$\tilde{v}(\lambda, \mu, \zeta) = \int_{-\infty}^{+\infty} \int_{-\infty}^{+\infty} v(\xi, \eta, \zeta) e^{i(\lambda \xi + \mu \eta)} d\xi d\eta =$$

$$= \sqrt{2} \int_0^{2\pi} \int_0^{\zeta} r dr d\varphi \int_{-\infty}^{+\infty} \int_{-\infty}^{+\infty} u(\xi - r \cos \varphi, \eta - r \sin \varphi, \zeta - r) e^{i(\lambda \xi + \mu \eta)} d\xi d\eta.$$

Далее вводя замену переменных $\xi - r\cos\varphi = t$, $\eta - r\sin\varphi = \tau$ последнее уравнение преобразуем к виду

$$\tilde{v}(\lambda, \mu, \zeta) = \sqrt{2} \int_0^{\zeta} \int_0^{2\pi} r e^{ir(\lambda\cos\varphi + \mu\sin\varphi)} \tilde{u}(\lambda, \mu, \zeta - r) dr d\varphi,$$

где $\tilde{u}(\lambda, \mu, z)$ - преобразование Фурье функции $u(x, y, z)$ по переменным x, y . Меняя порядок интегрирования получаем интегральное уравнение Вольтерра первого рода относительно функции $\tilde{u}(\lambda, \mu, z)$:

$$\tilde{v}(\lambda, \mu, \zeta) = \int_0^{\zeta} r K(\lambda, \mu, r) \tilde{u}(\lambda, \mu, \zeta - r) dr, \tag{2}$$

где

$$K(\lambda, \mu, r) = \sqrt{2} \int_0^{2\pi} e^{ir(\lambda\cos\varphi + \mu\sin\varphi)} d\varphi.$$

Замена $\zeta - r = \rho$ позволяет получить уравнение

$$\tilde{v}(\lambda, \mu, \zeta) = \int_0^{\zeta} (\zeta - r) K(\lambda, \mu, \zeta - \rho) \tilde{u}(\lambda, \mu, \rho) d\rho.$$

Дифференцируя это уравнение по ζ получаем

$$\tilde{v}'_{\zeta}(\lambda, \mu, \zeta) = \int_0^{\zeta} [K(\lambda, \mu, \zeta - \rho) + (\zeta - r) K'_{\zeta}(\lambda, \mu, \zeta - \rho)] \tilde{u}(\lambda, \mu, \rho) d\rho.$$

Продифференцировав еще раз по ζ приходим к уравнению

$$\begin{aligned} \tilde{v}''_{\zeta\zeta}(\lambda, \mu, \zeta) &= K(\lambda, \mu, 0) \tilde{u}(\lambda, \mu, \zeta) + \\ &+ \int_0^{\zeta} [2K'_{\zeta}(\lambda, \mu, \zeta - \rho) + (\zeta - r) K''_{\zeta\zeta}(\lambda, \mu, \zeta - \rho)] \tilde{u}(\lambda, \mu, \rho) d\rho. \end{aligned} \tag{3}$$

Вычислим интеграл $K(\lambda, \mu, r) = 2\sqrt{2}\pi [J_0(\lambda r) + J_0(\mu r)]$ [21, формула (3.715)] где $J_0(x)$ - функция Бесселя первого рода нулевого порядка. Как известно, $J_0(0) = 1$, поэтому $K(\lambda, \mu, 0) = 4\sqrt{2}\pi$. Следовательно, уравнение (3) можно записать в виде интегрального уравнения Вольтерра второго рода [22]

$$\begin{aligned} \tilde{v}''_{\zeta\zeta}(\lambda, \mu, \zeta) &= 4\sqrt{2}\pi \tilde{u}(\lambda, \mu, \zeta) + \int_0^{\zeta} \Psi(\lambda, \mu, \zeta - \rho) \tilde{u}(\lambda, \mu, \rho) d\rho, \\ \Psi(\lambda, \mu, \zeta - \rho) &= 4\sqrt{2}\pi [\lambda J'_0(\lambda(\zeta - \rho)) + \mu J'_0(\mu(\zeta - \rho))] + \\ &+ 2\sqrt{2}\pi(\zeta - \rho) [\lambda^2 J''_0(\lambda(\zeta - \rho)) + \mu^2 J''_0(\mu(\zeta - \rho))]. \end{aligned}$$

Таким образом доказана

Теорема 1. Если функция $v(\xi, \eta, \zeta)$ имеет финитную непрерывность по переменным ξ, η и дважды дифференцируема по ζ , то решение $u(x, y, z)$ рассматриваемой задачи интегральной геометрии единственно в классе финитных непрерывных функций.

Рассмотрим более общую задачу интегральной геометрии

$$v(\vec{\xi}, \eta) = \int_{s(\vec{\xi}, \eta)} u(\vec{x}, y) dS, \tag{4}$$

где $\vec{\xi} = (\xi_1, \xi_2, \dots, \xi_n)$, $\vec{x} = (x_1, x_2, \dots, x_n)$, $S(\vec{\xi}, \eta)$ - семейство поверхностей

$$|\eta - y| = |\vec{x} - \vec{\xi}| \quad (0 \leq y \leq \eta) \quad \text{или} \quad y = \eta - \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \xi_i)^2}.$$

Учитывая, что

$$p_i = y'_{x_i} = -(x_i - \xi_i) / \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \xi_i)^2} \quad (i = \overline{1, n}), \quad \sqrt{1 + \sum_{i=1}^n p_i^2} = \sqrt{2}$$

преобразуем поверхностный интеграл (4) к виду

$$v(\vec{\xi}, \eta) = \sqrt{2} \int_{D(\vec{\xi}, \eta)} u(\vec{x}, \eta - |\vec{x} - \vec{\xi}|) d\vec{x},$$

где $D(\vec{\xi}, \eta)$ – проекция поверхности $S(\vec{\xi}, \eta)$ на гиперплоскость $y = 0$.

Вводим замену переменных $x_i = \xi_i - r \cos \varphi_i$ ($i = \overline{1, n}$), где $\cos \varphi_i$ ($i = \overline{1, n}$) – направляющие косинусы нормального вектора $\vec{\psi}$ к заданной поверхности семейства $S(\vec{\xi}, \eta)$; $r = |\vec{\psi}|$. Учитывая соотношение

$$\sum_{i=1}^n \cos^2 \varphi_i = 1$$

получим

$$x_i = \xi_i - r \cos \varphi_i \quad (i = \overline{1, n-1}), \quad x_n = \xi_n - r \sqrt{1 - \sum_{i=1}^{n-1} \cos^2 \varphi_i}.$$

Якобиан такого преобразования (приложения 1) $R(r, \vec{\varphi}) = r^{n-1} S(\vec{\varphi})$, где

$$\vec{\varphi} = (\varphi_1, \varphi_2, \dots, \varphi_{n-1}), \quad S(\vec{\varphi}) = \prod_{i=1}^{n-1} \sin \varphi_i / \sqrt{1 - \sum_{i=1}^{n-1} \cos^2 \varphi_i}.$$

Тогда

$$v(\vec{\xi}, \eta) = \sqrt{2} \int_0^{2\pi} \int_0^{\eta} u(\vec{\xi} - r\vec{\psi}, \eta - r) R(r, \vec{\varphi}) dr d\vec{\varphi}.$$

К обеим частям уравнения применяем преобразование Фурье по вектору $\vec{\xi}$:

$$\tilde{v}(\vec{\lambda}, \eta) = \int_{-\infty}^{+\infty} e^{i(\vec{\lambda}, \vec{\xi})} d\vec{\xi} \int_0^{2\pi} \int_0^{\eta} \sqrt{2} u(\vec{\xi} - r\vec{\psi}, \eta - r) R(r, \vec{\varphi}) dr d\vec{\varphi}.$$

Теперь изменяем порядок интегрирования

$$\tilde{v}(\vec{\lambda}, \eta) = \sqrt{2} \int_0^{2\pi} \int_0^{\eta} R(r, \vec{\varphi}) dr d\vec{\varphi} \int_{-\infty}^{+\infty} u(\vec{\xi} - r\vec{\psi}, \eta - r) e^{i(\vec{\lambda}, \vec{\xi})} d\vec{\xi}.$$

С помощью замены $\vec{\xi} - r\vec{\psi} = \vec{t}$ ($\vec{t} = (t_1, t_2, \dots, t_n)$) имеем

$$\tilde{v}(\vec{\lambda}, \eta) = \sqrt{2} \int_0^{2\pi} \int_0^{\eta} R(r, \vec{\varphi}) e^{i(\vec{\lambda}, r\vec{\psi})} dr d\vec{\varphi} \int_{-\infty}^{+\infty} u(\vec{t}, \eta - r) e^{i(\vec{\lambda}, \vec{t})} d\vec{t},$$

отсюда

$$\tilde{v}(\vec{\lambda}, \eta) = \int_0^{\eta} r^{n-1} \left(\sqrt{2} \int_0^{2\pi} S(\vec{\varphi}) e^{ir(\vec{\lambda}, \vec{\psi})} d\vec{\varphi} \right) \tilde{u}(\vec{\lambda}, \eta - r) dr,$$

где \tilde{u} - преобразование Фурье функции u по вектору $\vec{\xi}$.

Замена переменной $\eta - r = \rho$ позволяет написать последнее уравнение в виде

$$\tilde{v}(\vec{\lambda}, \eta) = \int_0^{\eta} (\eta - \rho)^{n-1} T(\vec{\lambda}, \eta - \rho) \tilde{u}(\vec{\lambda}, \rho) d\rho,$$

или

$$\tilde{v}(\vec{\lambda}, \eta) = \int_0^{\eta} K(\vec{\lambda}, \eta - \rho) \tilde{u}(\vec{\lambda}, \rho) d\rho, \quad (5)$$

где

$$K(\vec{\lambda}, \eta - \rho) = (\eta - \rho)^{n-1} T(\vec{\lambda}, \eta - \rho), \quad T(\vec{\lambda}, \eta - \rho) = \sqrt{2} \int_0^{2\pi} S(\vec{\varphi}) e^{i(\eta-\rho)(\vec{\lambda}, \vec{\psi})} d\vec{\varphi}.$$

Дифференцируем по η семейство интегральных уравнений Вольтерра первого рода

$$\tilde{v}'_{\eta}(\vec{\lambda}, \eta) = K(\vec{\lambda}, 0) \tilde{u}(\vec{\lambda}, \eta) + \int_0^{\eta} K_{\eta}^{(1)}(\vec{\lambda}, \eta - \rho) \tilde{u}(\vec{\lambda}, \rho) d\rho.$$

Учитывая, что $K(\vec{\lambda}, 0) = 0$, продифференцируем последнее уравнение еще раз по η

$$\tilde{v}''_{\eta\eta}(\vec{\lambda}, \eta) = K_{\eta}^{(1)}(\vec{\lambda}, 0) \tilde{u}(\vec{\lambda}, \rho) + \int_0^{\eta} K_{\eta}^{(2)}(\vec{\lambda}, \eta - \rho) \tilde{u}(\vec{\lambda}, \rho) d\rho.$$

Из формул

$$\begin{aligned} K_{\eta}^{(j)}(\vec{\lambda}, \eta - \rho) &= \frac{(n-1)!}{(n-j-1)!} (\eta - \rho)^{n-j-1} T(\vec{\lambda}, \eta - \rho) + \\ &+ C_j^1 \frac{(n-1)!}{(n-j)!} (\eta - \rho)^{n-j} T_{\eta}^{(1)}(\vec{\lambda}, \eta - \rho) + \\ &+ C_j^2 \frac{(n-1)!}{(n-j+1)!} (\eta - \rho)^{n-j+1} T_{\eta}^{(2)}(\vec{\lambda}, \eta - \rho) + \dots + \\ &+ C_j^{j-1} (n-1) (\eta - \rho)^{n-2} T_{\eta}^{(j-1)}(\vec{\lambda}, \eta - \rho) + (\eta - \rho)^{n-1} T_{\eta}^{(j)}(\vec{\lambda}, \eta - \rho), \end{aligned}$$

где C_j^2 - количество сочетаний,

$$T_{\eta}^{(j)}(\vec{\lambda}, \eta - \rho) = i^j \sqrt{2} \int_0^{2\pi} S(\vec{\varphi}) e^{i(\eta-\rho)(\vec{\lambda}, \vec{\psi})} (\vec{\lambda}, \vec{\psi})^j d\vec{\varphi},$$

следует, что

$$K_{\eta}^{(1)}(\vec{\lambda}, 0) = K_{\eta}^{(2)}(\vec{\lambda}, 0) = \dots = K_{\eta}^{(n-2)}(\vec{\lambda}, 0) = 0.$$

Из формулы

$$\begin{aligned} K_{\eta}^{(n-1)}(\vec{\lambda}, \eta - \rho) &= (n-1)! T(\vec{\lambda}, \eta - \rho) + \\ &+ C_{n-1}^1 (n-1)! (\eta - \rho) T_{\eta}^{(1)}(\vec{\lambda}, \eta - \rho) + \dots + (\eta - \rho)^{n-1} T_{\eta}^{(n-1)}(\vec{\lambda}, \eta - \rho) \end{aligned}$$

получим

$$K_{\eta}^{(n-1)}(\vec{\lambda}, 0) = (n-1)! T(\vec{\lambda}, 0) = (n-1)! \sqrt{2} \int_0^{2\pi} S(\vec{\varphi}) d\vec{\varphi} \neq 0,$$

так как можно доказать неравенство (приложение 2)

$$\int_0^{2\pi} S(\vec{\varphi}) d\vec{\varphi} \geq (2\pi)^{n-1}.$$

Таким образом, дифференцируя интегральное уравнение (5) всего n раз по η получаем интегральное уравнение Вольтерра второго рода

$$\tilde{v}_\eta^{(n)}(\vec{\lambda}, \eta) = K_\eta^{(n-1)}(\vec{\lambda}, 0)\tilde{u}(\vec{\lambda}, \rho) + \int_0^\eta K_\eta^{(n)}(\vec{\lambda}, \eta - \rho)\tilde{u}(\vec{\lambda}, \rho)d\rho,$$

или

$$\frac{\tilde{v}_\eta^{(n)}(\vec{\lambda}, \eta)}{K_\eta^{(n-1)}(\vec{\lambda}, 0)} = \tilde{u}(\vec{\lambda}, \rho) + \int_0^\eta \frac{K_\eta^{(n)}(\vec{\lambda}, \eta - \rho)}{K_\eta^{(n-1)}(\vec{\lambda}, 0)}\tilde{u}(\vec{\lambda}, \rho)d\rho.$$

Следовательно, справедлива

Теорема 2. Если $v(\vec{\xi}, \eta)$ имеет финитную непрерывность по вектору $\vec{\xi}$ и n раз дифференцируема по η , то решение $u(\vec{x}, y)$ задачи (4) единственно в классе финитных непрерывных функций.

Приложение 1.

Якобиан

$$\begin{aligned} R(r, \vec{\varphi}) &= \begin{vmatrix} x'_{1r} & x'_{1\varphi_1} & x'_{1\varphi_2} & \dots & x'_{1\varphi_{n-1}} \\ x'_{2r} & x'_{2\varphi_1} & x'_{2\varphi_2} & \dots & x'_{2\varphi_{n-1}} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ x'_{n-1r} & x'_{n-1\varphi_1} & x'_{n-1\varphi_2} & \dots & x'_{n-1\varphi_{n-1}} \\ x'_{nr} & x'_{n\varphi_1} & x'_{n\varphi_2} & \dots & x'_{n\varphi_{n-1}} \end{vmatrix} = \\ &= \begin{vmatrix} \cos\varphi_1 & -r\sin\varphi_1 & 0 & \dots & 0 \\ \cos\varphi_2 & 0 & -r\sin\varphi_2 & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \cos\varphi_{n-1} & 0 & 0 & \dots & -r\sin\varphi_{n-1} \\ \cos\varphi_n & \frac{r\cos\varphi_1\sin\varphi_1}{\cos\varphi_n} & \frac{r\cos\varphi_2\sin\varphi_2}{\cos\varphi_n} & \dots & \frac{r\cos\varphi_{n-1}\sin\varphi_{n-1}}{\cos\varphi_n} \end{vmatrix} = \\ &= \cos\varphi_1 \begin{vmatrix} 0 & -r\sin\varphi_2 & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & \dots & -r\sin\varphi_{n-1} \\ \frac{r\cos\varphi_1\sin\varphi_1}{\cos\varphi_n} & \frac{r\cos\varphi_2\sin\varphi_2}{\cos\varphi_n} & \dots & \frac{r\cos\varphi_{n-1}\sin\varphi_{n-1}}{\cos\varphi_n} \end{vmatrix} - \\ &- \cos\varphi_2 \begin{vmatrix} -r\sin\varphi_1 & 0 & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & \dots & -r\sin\varphi_{n-1} \\ \frac{r\cos\varphi_1\sin\varphi_1}{\cos\varphi_n} & \frac{r\cos\varphi_2\sin\varphi_2}{\cos\varphi_n} & \dots & \frac{r\cos\varphi_{n-1}\sin\varphi_{n-1}}{\cos\varphi_n} \end{vmatrix} + \dots + \\ &+ (-1)^{n-2} \cos\varphi_{n-1} \begin{vmatrix} -r\sin\varphi_1 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & -r\sin\varphi_2 & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \frac{r\cos\varphi_1\sin\varphi_1}{\cos\varphi_n} & \frac{r\cos\varphi_2\sin\varphi_2}{\cos\varphi_n} & \dots & \frac{r\cos\varphi_{n-1}\sin\varphi_{n-1}}{\cos\varphi_n} \end{vmatrix} + \\ &+ (-1)^{n-1} \cos\varphi_n \begin{vmatrix} -r\sin\varphi_1 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & -r\sin\varphi_2 & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & \dots & -r\sin\varphi_{n-1} \end{vmatrix} = \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= (-1)^{n-2} \frac{r \cos^2 \varphi_1 \sin \varphi_1}{\cos \varphi_n} \begin{vmatrix} -r \sin \varphi_2 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & -r \sin \varphi_3 & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & \dots & -r \sin \varphi_{n-1} \end{vmatrix} + \\
 &+ (-1)^{n-2} \frac{r \cos^2 \varphi_2 \sin \varphi_2}{\cos \varphi_n} \begin{vmatrix} -r \sin \varphi_1 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & -r \sin \varphi_3 & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & \dots & -r \sin \varphi_{n-1} \end{vmatrix} + \dots + \\
 &+ (-1)^{n-2} \frac{r \cos^2 \varphi_{n-1} \sin \varphi_{n-1}}{\cos \varphi_n} \begin{vmatrix} -r \sin \varphi_1 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & -r \sin \varphi_2 & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & \dots & -r \sin \varphi_{n-2} \end{vmatrix} + \\
 &+ (-1)^{n-1} \cos \varphi_n \begin{vmatrix} -r \sin \varphi_1 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & -r \sin \varphi_2 & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & \dots & -r \sin \varphi_{n-1} \end{vmatrix} = \\
 &= \frac{r^{n-1} \sin \varphi_1 \sin \varphi_2 \dots \sin \varphi_{n-1}}{\cos \varphi_n} [\cos^2 \varphi_1 + \cos^2 \varphi_2 + \dots + \cos^2 \varphi_{n-1}] + \\
 &\quad + r^{n-1} \cos \varphi_n \sin \varphi_1 \sin \varphi_2 \dots \sin \varphi_{n-1} = \\
 &= \frac{r^{n-1} \sin \varphi_1 \sin \varphi_2 \dots \sin \varphi_{n-1}}{\cos \varphi_n} \sum_{k=1}^n \cos^2 \varphi_k = \frac{r^{n-1}}{\cos \varphi_n} \prod_{i=1}^{n-1} \sin \varphi_i.
 \end{aligned}$$

Приложение 2.

При $n = 2$

$$\int_0^{2\pi} \frac{\sin \varphi_1}{\sqrt{1 - \cos^2 \varphi_1}} d\varphi_1 = 2\pi.$$

При $n = 3$

$$\begin{aligned}
 &\int_0^{2\pi} \int_0^{2\pi} \frac{\sin \varphi_1 \sin \varphi_2}{\sqrt{1 - \cos^2 \varphi_1 - \cos^2 \varphi_2}} d\varphi_1 d\varphi_2 \geq \\
 &\geq \int_0^{2\pi} \int_0^{2\pi} \frac{\sin \varphi_1 \sin \varphi_2}{\sqrt{1 - \cos^2 \varphi_1 - \cos^2 \varphi_2 + \cos^2 \varphi_1 \cos^2 \varphi_2}} d\varphi_1 d\varphi_2 = \\
 &= \int_0^{2\pi} \int_0^{2\pi} \frac{\sin \varphi_1 \sin \varphi_2}{\sqrt{(1 - \cos^2 \varphi_1)(1 - \cos^2 \varphi_2)}} d\varphi_1 d\varphi_2 = (2\pi)^2.
 \end{aligned}$$

При $n = 4$

$$\begin{aligned}
 &\int_0^{2\pi} \int_0^{2\pi} \int_0^{2\pi} \frac{\sin \varphi_1 \sin \varphi_2 \sin \varphi_3}{\sqrt{1 - \cos^2 \varphi_1 - \cos^2 \varphi_2 - \cos^2 \varphi_3}} d\varphi_1 d\varphi_2 d\varphi_3 \geq \\
 &\geq \int_0^{2\pi} \int_0^{2\pi} \int_0^{2\pi} \frac{\sin \varphi_1 \sin \varphi_2 \sin \varphi_3 d\varphi_1 d\varphi_2 d\varphi_3}{\sqrt{1 - \cos^2 \varphi_1 - \cos^2 \varphi_2 - \cos^2 \varphi_3 + \cos^2 \varphi_1 (\cos^2 \varphi_2 + \cos^2 \varphi_3) + I}} = \\
 &= \int_0^{2\pi} \int_0^{2\pi} \int_0^{2\pi} \frac{\sin \varphi_1 \sin \varphi_2 \sin \varphi_3}{\sqrt{(1 - \cos^2 \varphi_1)(1 - \cos^2 \varphi_2)(1 - \cos^2 \varphi_3)}} d\varphi_1 d\varphi_2 d\varphi_3 = (2\pi)^3,
 \end{aligned}$$

так как

$$\cos^2 \varphi_1 (\cos^2 \varphi_2 + \cos^2 \varphi_3) + I \geq 0,$$

где

$$I = \cos^2 \varphi_1 \cos^2 \varphi_2 \cos^2 \varphi_3.$$

По методу математической индукции полагаем при $n = k$

$$\int_0^{2\pi} \dots \int_0^{2\pi} \frac{\sin\varphi_1 \dots \sin\varphi_{k-2} \sin\varphi_{k-1}}{\sqrt{1 - \cos^2\varphi_1 - \dots - \cos^2\varphi_{k-2} - \cos^2\varphi_{k-1}}} d\varphi_1 \dots d\varphi_{k-2} d\varphi_{k-1} \geq \\ \geq (2\pi)^{k-1}.$$

Докажем при $n = k + 1$

$$\int_0^{2\pi} \dots \int_0^{2\pi} \frac{\sin\varphi_1 \dots \sin\varphi_{k-1} \sin\varphi_k d\varphi_1 \dots d\varphi_{k-1} d\varphi_k}{\sqrt{1 - \cos^2\varphi_1 - \dots - \cos^2\varphi_{k-1} - \cos^2\varphi_k}} \geq \\ \geq \int_0^{2\pi} \dots \int_0^{2\pi} \frac{\sin\varphi_1 \dots \sin\varphi_{k-1} \sin\varphi_k d\varphi_1 \dots d\varphi_{k-1} d\varphi_k}{\sqrt{1 - \cos^2\varphi_1 - \dots - \cos^2\varphi_{k-1} - \cos^2\varphi_k + U}} = \\ = \int_0^{2\pi} \dots \int_0^{2\pi} \frac{\sin\varphi_1 \dots \sin\varphi_{k-1} \sin\varphi_k d\varphi_1 \dots d\varphi_{k-1} d\varphi_k}{\sqrt{1 - \cos^2\varphi_1 - \dots - \cos^2\varphi_{k-1} - \cos^2\varphi_k + U \cos^2\varphi_k}} = \\ = \int_0^{2\pi} \dots \int_0^{2\pi} \frac{\sin\varphi_1 \dots \sin\varphi_{k-1} \sin\varphi_k d\varphi_1 \dots d\varphi_{k-1} d\varphi_k}{\sqrt{1 - \cos^2\varphi_1 - \dots - \cos^2\varphi_{k-1} - \cos^2\varphi_k (1 - U)}} = \\ = \int_0^{2\pi} \dots \int_0^{2\pi} \frac{\sin\varphi_1 \dots \sin\varphi_{k-1} \sin\varphi_k d\varphi_1 \dots d\varphi_{k-1} d\varphi_k}{\sqrt{(1 - \cos^2\varphi_1 - \dots - \cos^2\varphi_{k-1})(1 - \cos^2\varphi_k)}} \geq \\ \geq (2\pi)^{k-1} \int_0^{2\pi} d\varphi_k = (2\pi)^k,$$

где $U = \cos^2\varphi_1 + \dots + \cos^2\varphi_{k-1}$. Следовательно, для любого натурального $n \geq 2$ справедливо неравенство

$$\int_0^{2\pi} S(\vec{\varphi}) d\vec{\varphi} \geq (2\pi)^{n-1}.$$

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Лаврентьев М.М., Романов В.Г., Шишатский С.П. Некорректные задачи математической физики и анализа. 287 с. Москва, 1980.
- [2] Тихонов А.Н., Арсенин В.Я. Методы решения некорректных задач. 288 с. Москва, 1986.
- [3] Иванов В.К., Васин В.В., Танана В.П. Теория линейных некорректных задач и ее приложения. 206 с. Москва, 1978.
- [4] Лаврентьев М.М. О некоторых некорректных задачах математической физики. 92 с. Новосибирск, 1962.
- [5] Лаврентьев М.М., Романов В.Г., Васильев В.Г. Многомерные обратные задачи для дифференциальных уравнений. Новосибирск, 1969, 67 с.
- [6] Романов В.Г. Обратные задачи математической физики. Москва: Наука, 1984, 264 с.
- [7] Аниконов Ю.Е. Некоторые методы исследования многомерных обратных задач для дифференциальных уравнений. Новосибирск: Наука, 1978, 120 с.
- [8] Кабанихин С.И. Обратные и некорректные задачи. Новосибирск: Сибирское научное издательство, 2008, 460 с.
- [9] Темирбулатов С.И. Обратные задачи для эллиптических уравнений. Алма-Ата, 1975, 72 с.
- [10] Бидайбеков Е.Ы. О единственности решения обратных задач для некоторых квазилинейных уравнений гиперболического типа. Канд. дисс. Новосибирск, 1975.
- [11] Елубаев С., Турсынбеков О.Ш. Теорема единственности одной обратной задачи для гиперболического уравнения третьего порядка. Известия АН КазССР, сер. физ.-мат., 1975, №5, с. 22-28.
- [12] Баканов Г.Б. Методы решения конечно-разностных обратных задач теории распространения волн. 130 с. Кызылорда, 2001.
- [13] Лаврентьев М.М., Резницкая К.Г., Яхно В.Г. Одномерные обратные задачи математической физики. Новосибирск: Наука, 1982, 88 с.
- [14] Бухгейм А.Л. Уравнения Вольтерра и обратные задачи. 207 с. Новосибирск, 1983.
- [15] Елубаев С.Е., Ділман Т.Б. Гиперболалық және параболалық теңдеулер үшін кейбір кері есептер. 2-басылымы, Кызылорда: Принт, 2012, 236 б.
- [16] Лаврентьев М.М., Бухгейм А.Л. Об одном классе задач интегральной геометрии. Доклады АН СССР, 1973, т. 211, №1, с. 38-39.
- [17] Мухометов Р.Г. Теорема единственности и устойчивости задачи восстановления двумерной римановой и некоторого класса плоских задач интегральной геометрии. Канд. дисс. Новосибирск, 1976.
- [18] Амиров А.Х. Об одной задаче интегральной геометрии. В кн.: Условно-корректные задачи и проблемы геофизики, с. 4-10. Новосибирск: ВЦ СО АН СССР, 1979.

[19] Алексеев А.А. Об одной задаче интегральной геометрии в трехмерном пространстве. В кн.: Единственность, устойчивость и методы решения некорректных задач математической физики, с. 3-15. Новосибирск: ВЦ СО АН СССР, 1984.

[20] Дильманов Т.Б. Единственность и устойчивость решений задач интегральной геометрии для специальных семейств кривых. Канд. дисс. Новосибирск: НГУ, 1986.

[21] Градштейн И.С., Рыжик И.М. Таблицы интегралов, сумм, рядов и произведений. Москва: Наука, 1971, 1108 с.

[22] Михлин С.Г. Лекции по линейным интегральным уравнениям. Москва: Физматгиз, 1959, 232 с.

REFERENCES

[1] Lavrent'ev M.M., Romanov V.G., Shishatskij S.P. Nekorrektnye zadachi matematicheskoy fiziki i analiza. 287 s. Moskva, 1980.

[2] Tihonov A.N., Arsenin V.Ja. Metody reshenija nekorrektnykh zadach. 288 s. Moskva, 1986.

[3] Ivanov V.K., Vasin V.V., Tanana V.P. Teoriya linejnykh nekorrektnykh zadach i ee prilozhenija. 206 s. Moskva, 1978.

[4] Lavrent'ev M.M. O nekotorykh nekorrektnykh zadachah matematicheskoy fiziki. 92 s. Novosi-birsk, 1962.

[5] Lavrent'ev M.M., Romanov V.G., Vasil'ev V.G. Mnogomernye obratnye zadachi dlja differenci-al'nyh uravnenij. Novosibirsk, 1969, 67 s.

[6] Romanov V.G. Obratnye zadachi matematicheskoy fiziki. Moskva: Nauka, 1984, 264 s.

[7] Anikonov Ju.E. Nekotorye metody issledovaniya mnogomernykh obratnykh zadach dlja differenci-al'nyh uravnenij. Novosibirsk: Nauka, 1978, 120 s.

[8] Kabanihin S.I. Obratnye i nekorrektnye zadachi. Novosibirsk: Sibirskoe nauchnoe izdatel'-stvo, 2008, 460 s.

[9] Temirbulatov S.I. Obratnye zadachi dlja jellipticheskikh uravnenij. Alma-Ata, 1975, 72 s..

[10] Bidajbekov E.Y. O edinstvennosti reshenija obratnykh zadach dlja nekotorykh kvazilinejnykh uravnenij giperbolicheskogo tipa. Kand. diss. Novosibirsk, 1975.

[11] Elubaev S., Tursynbekov O.Sh. Teorema edinstvennosti odnoj obratnoj zadachi dlja giperboli-cheskogo uravnenija tret'ego porjadka. Izvestija AN KazSSR, ser. fiz.-mat., 1975, №5, s. 22-28.

[12] Bakanov G.B. Metody reshenija konechno-raznostnykh obratnykh zadach teorii rasprostraneniya voln. 130 s. Kyzylorda, 2001.

[13] Lavrent'ev M.M., Reznickaja K.G., Jahno V.G. Obdnomernye obratnye zadachi matematicheskoy fiziki. Novosibirsk: Nauka, 1982, 88 s.

[14] Buhgejm A.L. Uravnenija Vol'terra i obratnye zadachi. 207 s. Novosibirsk, 1983.

[15] Elubaev S.E., Dilman T.B. Giperbolalyk zhәne parabolalyk tәndeuler yshin kejbir kerі esepтер. 2-basylymy, Kyzylorda: Print, 2012, 236 b.

[16] Lavrent'ev M.M., Buhgejm A.L. Ob odnom klasse zadach integral'noj geometrii. Doklady AN SSSR, 1973, t. 211, №1, s. 38-39.

[17] Muhometov R.G. Teorema edinstvennosti i ustojchivosti zadachi vosstanovlenija dvumernoj rimanovoj i nekotorigo klassa ploskikh zadach integral'noj geometrii. Kand. diss. Novosibirsk, 1976.

[18] Amirov A.H. Ob odnoj zadache integral'noj geometrii. V kn.: Uslovno-korrektnye zadachi i problemy geofiziki, s. 4-10. Novosibirsk: VC SO AN SSSR, 1979.

[19] Alekseev A.A. Ob odnoj zadache integral'noj geometrii v trehmernom prostranstve. V kn.: Edinstvennost', ustojchivost' i metody reshenija nekorrektnykh zadach matematicheskoy fiziki, s. 3-15. Novosibirsk: VC SO AN SSSR, 1984.

[20] Dil'manov T.B. Edinstvennost' i ustojchivost' reshenij zadach integral'noj geometrii dlja special'nyh semejstv krivykh. Kand. diss. Novosibirsk: NGU, 1986.

[21] Gradshtejn I.S., Ryzhik I.M. Tablicy integralov, summ, rjadov i proizvedenij. Moskva: Nauka, 1971, 1108 s.

[22] Mihlin S.G. Lekcii po linejnym integral'nym uravnenijam. Moskva: Fizmatgiz, 1959, 232 s.

УДК 517.946

Көп өлшемді кеңістіктегі бір интегралдық геометрия есебі туралы

Ділман Т.Б., Серікбол М.С.

E-mail: DilmanTB@mail.ru

Қорқыт Ата атындағы Қызылорда мемлекеттік университеті. Қызылорда қаласы

Тірек сөздер: интегралдық геометрия, қисықтар үйірі, интегралдық тендеу, шешім, жалғыздық.

Түйін: Бұл мақалада интегралдық геометрия есептерінің келесі класы қарастырылады: белгілі бір қисықтар үйірі бойынша алынған интегралдар арқылы интеграл астындағы функция ізделінеді. Бұл есептер қолданыстағы көптеген есептермен тығыз байланысты. Сейсмикалық барлаудың нәтижелерін түсіндіру мәселесінде Жердің ішкі құрылымын зерттеу үшін оның бетінде бетінде жарылыстар жасалынады. Әрбір жарылыс кезінде арнаулы құралдармен Жер қыртысында пайда болған тербелістер өлшенеді. Зерттеу мақсаты – құралдар көрсеткіштері бойынша сейсмикалық толқындардың таралу заңдылықтарымен байланысты физикалық параметрлерді анықтау. Құрал көрсеткіштерінің негізгі функционалы ретінде сейсмикалық толқындардың келу уақыттары алынады. Сейсмикалық барлаудың нәтижелерін түсіндірудің сызықтандырылған есебі интегралдық геометрия есебі екені белгілі. Рентгендік түсірілімдерді түсіндіріп беру мәселесі қарастырылған интегралдық геометрия есептеріне келтіреді. Пленкадағы қоюлану рентгендік сәуленің қайнар көзінен пленкадағы нүктеге дейінгі алынған жұтылу интегралымен функционалды байланыста болады. Сонымен кеңістіктегі жұтылу коэффициентін анықтау мәселесі келесі интегралдық геометрия есебіне келтіріледі: сәулелер үйірі бойынша алынған интегралдар арқылы интеграл астындағы функцияны табу керек. Мақалада көп өлшемді кеңістіктегі қисықтар үйірі үшін интегралдық геометрия есебі зерттеліп, шешімнің жалғыздығы туралы теорема дәлелденеді.

Сведения об авторах

Ділман Төрөбай Бимағанбетұлы – доцент кафедры математики и прикладной механики Кызылординского государственного университета имени Коркыт Ата, кандидат физико-математических наук,

Серікбол Макпал Серікболқызы – преподаватель кафедры математики и прикладной механики Кызылординского государственного университета имени Коркыт Ата, магистр математики.

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

PHYSICO-MATHEMATICAL SERIES

ISSN 1991-346X

Volume 6, Number 304 (2015), 118 – 121

UDC 517.9

**ABOUT STRONG RESOLVABILITY OF A TASK
OF CAUCHY-DIRIKHLE OF THE EQUATION OF HEAT
CONDUCTIVITY WITH THE DEVIATING ARGUMENT**

Orazov I.O., Saprygina M.B., Shaldanbayev A.Sh.

The southern Kazakhstan state university of M. Aueyzov, Shymkent
shaldanbaev51@mail.ru

Keywords: the heat conductivity equation, own functions, attached functions, deviating argument.

Abstract. In the real work, method of division of variables and the spectral theory of the equation with we otklonyashchitsya by argument, strong resolvability of a task of Cauchy-Dirikhle of the equation of heat conductivity with отклоняющмся argument is shown. A deviation from Carleman's class.

УДК 517.9

**АРГУМЕНТІ АУЫТҚЫҒАН ЖЫЛУ ТЕНДЕУІНІҢ КОШИ-ДИРИХЛЕ
ЕСЕБІНІҢ КҮШТІ ШЕШІЛУІ ТУРАЛЫ**

Оразов И.О., Сапрыгина М.Б., Шалданбаев А.Ш.

М.Әуезов атындағы Оңтүстік-қазақстан мемлекеттік университеті, Шымкент қаласы

Кілт сөздер: жылу теңдеуі, меншікті функциялар, қосарлас функциялар, ауытқыған аргумент.

Аннотация. Бұл еңбекте аргументі ауытқыған жылу теңдеуінің Коши-Дирихле есебінің күшті шешілетіні көрсетілген. Зерттеу барысында айнымалыларды ажырату әдісі мен аргументі ауытқыған теңдеудің спектралді теориясы қолданылған.

1. Кіріспе. Аргументі ауытқыған теңдеулердің теориясы көптеген авторлардың зерттеулеріне арқау болды, атап айтар болсақ, А.Д. Мышкис [1], Л.Э. Эльсгольц пен С.Б. Норкиннің [2], әйгілі, монографияларында оларға дейінгі жүргізілген зерттеулерге шолу жасалып, тиісті қорытындылар жасалған. Аргументі ауытқыған Штурм-Лиувилл теңдеуінің шекаралық есептері С.Б. Норкиннің [3] еңбегінде зерттелген. Осы, және басқа көптеген еңбектерде ауытқу теңдеудің жоғарғы ретті мүшелерінде кездеседі. Ауытқуы спектралдік параметрінде кездесетін жағдайға арналған еңбектерді саусақпен санауға болады, осы орайда, Т.Ш. Кальменов, С.Т. Ахметова и А.Ш. Шалданбаев [4], А.М. Ибраимкулов [5], Т.Ш. Кальменов, А.Ш. Шалданбаев [6]-[9] еңбектерін атаған жөн сыйақты. Функционалдық анализдің ұғымдарымен [10]–[13], ал шекаралық есептердің спектралдік мәселелерімен [14]–[23], еңбектерде танысуға болады.

Бұл еңбек [4] еңбектің жалғасы іспетті, және оның нәтижелеріне сүйенеді, көпке мәлім, жылу теңдеуінің аргументін ауытқысақ не болады деген сұраққа жауап береді. Бұл сәтте дискретті спектр пайда болады екен, және бұл есептің ерекшелігі болса керек.

Ω – дегеніміз $AB: 0 \leq t \leq T, x = 0; BC: 0 \leq x \leq l, t = T; CD: 0 \leq t \leq T, x = l; DA: 0 \leq x \leq l, y = 0$ кесінділерінен жасалған тіктөртбұрыш болсын. $C^{2,1}(\Omega)$ – дегеніміз Ω

аймағында t бойынша бір рет, ал x бойынша екі рет үздіксіз дифференциалданатын функциялар жиыны болсын. Бұл Ω -аймағының шекарасы $\Gamma = AB \cup AD \cup CD$ жиынын айталық.

Коши-Дирихле есебі. Кез келген $f(x, t) \in L^2(\Omega)$ үшін, мына,

$$Lu = u_t(x, T-t) + u_{xx}(x, t) = f(x, t) \quad (1)$$

$$u|_{t=0} = u|_{x=0} = u_x|_{x=l} = 0; \quad (2)$$

шекаралық есептің шешімін табамыз.

2. Зерттеу әдістері

Жоғарыдағы (3)-(4) спектралді есепке айнымалыларды ажырату әдісін қолданамыз, нәтижесінде Штурм-Лиувилдің Дирихле есебі мен аргументі ауытқыған Кошидің есебін аламыз. Бірінші есептің шешімі көпшілікке мәлім, ал екінші есеп егжей-тегжейлі [4] еңбекте зерттелген, сондықтан тек алынған нәтижелерді тұжырымдаумен шектелеміз.

3. Алынған нәтижелер

ТЕОРЕМА 1. Мына,

$$Lu = u_t(x, T-t) + u_{xx}(x, t) = f(x, t) \quad (3)$$

$$u|_{t=0} = u|_{x=0} = u_x|_{x=l} = 0. \quad (4)$$

шекаралық есептің бірегей күшті шешімі бар болуы үшін, мына,

$$\frac{\pi T}{l^2} \neq \frac{2n + \frac{1}{2}}{m^2}, \quad (5)$$

шарттың $\forall n = 0, 1, 2, \dots; m = 1, 2, \dots$ үшін орыналуы қажетті әрі жеткілікті.

Осы шарт орындалғанда, мынадай,

$$\sum_{m=1}^{\infty} \sum_{n=0}^{\infty} \left| \frac{(f, u_{mn})}{\lambda_{mn}} \right|^2 < +\infty \quad (6)$$

барлық $f(x, t) \in L^2(\Omega)$ функциялары үшін (1) - (2) шекаралық есебінің, мынадай,

$$u(x, t) = \sum_{m=1}^{\infty} \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(f, u_{mn})}{\lambda_{mn}} \cdot u_{mn}(x, t) \quad (7)$$

бірегей шешімі бар. Мұндағы,

$$\lambda_{mn} = (-1)^n \left(n + \frac{1}{2} \right) \frac{\pi}{T} - \left(\frac{m\pi}{l} \right)^2, \quad n = 0, 1, 2, \dots; \quad m = 1, 2, \dots$$

$$u_{mn}(x, t) = \frac{2}{\sqrt{Tl}} \cdot \sin \frac{m\pi}{l} x \cdot \sin \left(n + \frac{1}{2} \right) \frac{\pi t}{T}, \quad n = 0, 1, 2, \dots; \quad m = 1, 2, \dots$$

ТЕОРЕМА 2. Мына,

$$Lu = u_t(x, T-t) + u_{xx}(x, t) = f(x, t), \quad (8)$$

$$u|_{t=0} = u|_{x=0} = u_x|_{x=l} = 0 \quad (9)$$

шекаралық есеп күшті шешілуі үшін, мына,

$$\inf_{m,n} |\lambda_{mn}| > K > 0, \quad n = 0, 1, 2, \dots; \quad m = 1, 2, \dots$$

теңсіздігінің орындалуы қажетті әрі жеткілікті.

ТЕОРЕМА 3. Мына,

$$Lu = u_t(x, T-t) + u_{xx}(x, t),$$

$$u|_{t=0} = u|_{x=0} = u_x|_{x=l} = 0$$

оператордың қабындысы \bar{L} жалқы оператор, яғни $(\bar{L})^* = \bar{L}$.

Жоғарыдағы 1 және 3 теоремаларынан, келесі, теорема туындайды

ТЕОРЕМА 4. Егер кез келген $n = 0, 1, 2, \dots$; $m = 1, 2, \dots$ мәндері үшін

$$\frac{\pi T}{l^2} \neq \frac{2n + \frac{1}{2}}{m^2},$$

шарттары орындалса, онда \bar{L}^{-1} -кері операторы бар, және ол жалқы оператор.

4.Талқылау

Аргументті ауытқыту нәтижесінде спектр пайда болды, сондықтан сызықтық операторлардың спектралдік теориясын қолдануға мүмкіндік болды. Оператор мен оның қабындысының спектрі әртүрлі болары белгілі, бірақ біз оншалықты терең бойламадық.

ӘДЕБИЕТ

- [1] Мышкис А.Д. Линейные дифференциальные уравнения с запаздывающим аргументом М. -1972. - 352 с.
- [2] Эльсгольц Л.Э., Норкин С.Б. Введение в теорию дифференциальных уравнений с отклоняющимся аргументом М.- 1971.- 296 с.
- [3] Норкин С.Б. Дифференциальные уравнения с запаздывающим аргументом М. -1965.- 356 с.
- [4] Кальменов Т.Ш. Ахметова С. Шалданбаев А.Ш. К спектральной теории уравнений с отклоняющимся аргументом // Математический журнал, Алматы.- 2004.- Т. 4, № 3. - С. 41-48.
- [5] Ибраимкулов А.М. О спектральных свойствах краевой задачи для уравнения с отклоняющимся аргументом // Известия АН.Каз.ССР, сер.физ.-мат.- 1988.- № 3.- С. 22-25.
- [6] T. Sh. Kal'menov, and A. Sh. Shaldanbaev, On a criterion of solvability of the inverse problem of heat conduction, Journal of Inverse and Ill-Posed Problems 18, 352-369 (2010).
- [7] I. Orazov, A. Shaldanbayev, and M. Shomanbayeva, About the Nature of the Spectrum of the Periodic Problem for the Heat Equation with a Deviating Argument, Abstract and Applied Analysis, Volume 2013 (2013), Article ID 128363, 6 pages, <http://dx.doi.org/10.1155/2013/128363>
- [8] Шалданбаев А.Ш. Спектральные разложения корректных-некорректных начально краевых задач для некоторых классов дифференциальных уравнений.- Монография. 193с, LAP LAMBERT Academic Publishing. <http://dnb.dn.de>. Email:info@lap-publishing.com,Saarbrucken 2011,Germanu.
- [9] Т.Ш. Калменов. Краевые задачи для линейных уравнений в частных
- [10] производных гиперболического типа, Шымкент.:Ғылым, 1993.-327 б.
- [11] Г.Е. Шилов. Математический анализ. Специальный курс.: Физмат, 1960.
- [12] Г. Вейль. Избранные труды, Наука, 1984. -510с.
- [13] М. Рид, Б. Саймон. Методы современной математической физики,М.: Мир, 1977, 278-285 б.
- [14] У. Рудин. Функциональный анализ,М.: Мир, 1975. -443 б.
- [15] G.D. Birkhoff. One the asymptotic character of the solutions of certain. Linear differential equations containing a parametr, Trans. Amer. Math. Soc 9. (1908). Стр 219-231.
- [16] Я.Д. Тамаркин. О некоторых общих задачах теории обыкновенных линейных дифференциальных уравнений. П.Г. тип. М.П. Фроловой 1917.
- [17] F.Browder . On the eigenfunction and eigenvalues on the general. Linear. Miptic differential operators, Proc,Nat. Acad. ScUSA, t . 39 (1953) 433-439.
- [18] T.Carleman. Uber die asymptotische Verelung der ligenwerte partiller. Differen tialgleichungen Ber. Sachs Akad. Wiss .zu Leipzig. Math. Phus, klass 88(1936) 119-134.
- [19] М.В. Келдыш. О собственных значениях и собственных функциях некоторых классов несамосоряженных уравнений, ДАН СССР, 1951. том LXXVII, № 1. с.11-14.
- [20] М.А. Наймарк. Линейные дифференциальные операторы, II –ое издание, М: Наука, 1969,526 с.
- [21] В.А. Марченко. Операторы Штурма Лиувилля и их приложения,Киев: Наукова думка, 1977,329 с.
- [22] Н.И. Ахиезер, Н.М. Глазман. Теория линейных операторов в гилбертовом пространстве ,М.: Наука, 1966, 543с.
- [23] Б.М. Левитан, И.С. Саргсян. Введение в спектральную теорию,М.: Наука ,1970, 67 с.
- [24] М.О. Отелбаев. Оценки спектра оператора Штурма-Лиувилля, Алма-ата, Ғылым, 1990, с.187.

REFERENCES

- [1] Myshkis A.D. Linejnye differencial'nye uravnenija s zapazdyvajushhim argumentom М. -1972. - 352 s.
- [2] Jel'sgol'c L.Je., Norkin S.B. Vvedenie v teoriju differencial'nyh uravnenij s otklonjajushhimsja argumentom М.- 1971.- 296 s.
- [3] Norkin S.B. Differencial'nye uravnenija s zapazdyvajushhim argumentom М. -1965.- 356 s.
- [4] Kal'menov T.Sh. Ahmetova S. Shaldanbaev A.Sh. K spektral'noj teorii uravnenij s otklonjajushhimsja argumentom // Matematicheskij zhurnal, Almaty.- 2004.- Т. 4, № 3. - S. 41-48.
- [5] Ibraimkulov A.M. O spektral'nyh svojstvah kraevoj zadachi dlja uravnenija s otklonjajushhimsja argumentom // Izvestija AN.Kaz.SSR, ser.fiz.-mat.- 1988.- № 3.- S. 22-25.

- [6] T. Sh. Kal'menov, and A. Sh. Shaldanbaev, On a criterion of solvability of the inverse problem of heat conduction, *Journal of Inverse and Ill-Posed Problems* 18, 352-369 (2010).
- [7] I. Orazov, A. Shaldanbayev, and M. Shomanbayeva, About the Nature of the Spectrum of the Periodic Problem for the Heat Equation with a Deviating Argument, *Abstract and Applied Analysis*, Volume 2013 (2013), Article ID 128363, 6 pages, <http://dx.doi.org/10.1155/2013/128363>
- [8] Shaldanbaev A.Sh. Spektral'nye razlozhenija korrektnyh-nekorrektnyh nachal'no kraevyh zadach dlja nekotoryh klassov differencial'nyh uravnenij.- Monografija. 193c,LAP LAMBEPT Academic Pyblishing. <http://dnb.d-nb.de>. Email:info@lap-publishing.com,Saarbrucken 2011,Germanu.
- [9] T.Sh. Kalmenov Kraevye zadachi dlja linejnyh uravnenii v chastnyh proizvodnyh giperbolicheskogo tipa.- Shymkent.:Fylym, 1993.-327 b.
- [10] G.E. Shilov Matematicheskij analiz. Special'nyj kurs.: Fizmat, 1960.
- [11] G. Vejl' Izbrannye trudy, Nauka, 1984. -510s.
- [12] M. Rid , B. Sajmon Metody sovremennoj matematicheskoy fiziki.-M.: Mir, 1977.- 278-285 b.
- [13] U. Rudin Funkcional'nyj analiz. -M.: Mir, 1975. -443 b.
- [14] G.D. Birkhoff. One the asymptotic character of the sotutions of certain. Linear differentiol equations containing a parametr, *Trans, Amer. Math. Soc* 9. (1908). Str 219-231.
- [15] Ja.D. Tamarkin. O nekotoryh obshhjih zadachph teorija obyknovennyh linejnyh differencial'nyh uravnenij. P.G. tip. M.P. Fromovoj 1917.
- [16] F.Browder . On the eigenfunction and eigenvalues on the general. Linear. Miptic differential operators, *Proc,Nat. Acad. ScUSA*, t . 39 (1953) 433-439.
- [17] T.Carleman. Uber die asymptotische Verelung der ligenwerte partiller. Differen tialgleichungen Ber. Sachs Akad. Wiss .zu Leipzig. Math. Phus, klass 88(1936) 119-134.
- [18] 18 M.V. Keldysh. O sobstvennyh znachenijah i sobstvennyh funkcijah nekotoryh klassov neasmosorjazhennyh uravnenij II DAI SSSR, 1951. tom LXXVII, № 1. CII-14.
- [19] M.A. Najmark. Linejnye, differencial'noe operatory II –oe izdanie –M: Nauka 1969-526s.
- [20] V.A. Marchenko. Operatory Shturma-Liuvillja i ih prilozhenija-kiev: Naukova dumka. 1977-329s.
- [21] N.I. Ahiezer N.M. Glazman. Teorija linejnyh operatorov v gilbertovom prostranstve –M. Nauka 1966. 543s.
- [22] B.M. Levitan, I.S. Sargsjan. Vvedenie v spektral'nuju teoriju. M. Nauka .1970. 670s.
- [23] M.O. Otelbaev. Ocenki spektra operatora Shturma-Liuvillja. Alma-ata. Fylym 1990g. S187.

УДК 517.9**О сильной разрешимости задачи Коши-Дирихле уравнения теплопроводности с отклоняющимся аргументом****Оразов И.О., Сапрыгина М.Б., Шалданбаев А.Ш.**

Южно-казахстанский государственный университет им.М.Ауезова,г.Шымкент

Ключевые слова: уравнение теплопроводности,собственные функций,присоединенные функций,отклоняющиеся аргумент.

Аннотация. В настоящей работе,методом разделения переменных и спектральной теории уравнения с отклоняющимся аргументом, показана сильная разрешимость задачи Коши-Дирихле уравнения теплопроводности с отклоняющимся аргументом. Отклонение из класса Карлемана.

Авторы:

Оразов И.О – к.ф.-м.н.,профессор кафедры «Информатики» Южно-Казахстанского государственного университета им. М.Ауезова, г. Шымкент.

Сапрыгина М.Б.– к.ф.-м.н.,старший преподаватель кафедры «Информатики и математики» Южно-Казахстанской государственной фармацевтической академии,г. Шымкент.

Шалданбаев Амир Шалданбаевич – д.ф.-м.н.,профессор кафедры «Математические методы и моделирование» Южно-Казахстанского государственного университета им. М.Ауезова, г. Шымкент.

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

PHYSICO-MATHEMATICAL SERIES

ISSN 1991-346X

Volume 6, Number 304 (2015), 122 – 126

Ә.О.К 373.03

**NOWADAY REGUEREMENT OF EPOCH STUDENT RAVINE
SOCIALCOMPETENSE BASES OF THEORY ON TO FORM**

G.A. Askarova, B.K.Tulbasova

Abai the name Kazakh national university pedagogics, Almaty

e-mail: akkalovna@mail.ru

Key words : competence , innovation, educational technology

Abstract. One pair from new approach in pedagogics appear like this call social point of view at teaching and so education, grow up so-called generation.

Point of view usable in nvestigation unite associate always link constitution social competent making personality in united chain this promote maximum motivation proactive state all fundamental skeleton component personality in their addition and combination.

**ҚАЗІРГІ ЗАМАН ТАЛАБЫНА САЙ ӘЛЕУМЕТТІК ҚҰЗЫРЕТТІ ОҚУШЫНЫ
ҚАЛЫПТАСТЫРУДАҒЫ ТЕОРИЯЛЫҚ НЕГІЗДЕР.**

Г.А. Асқарова, Б. Қ. Тульбасова

Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті, Алматы қаласы

Түйінді сөздер: құзыреттілік, инновация, педагогикалық технология.

Аңдатпа. Мақалада Қазақстанда білім беру жүйесіндегі реформалардың барысында туындаған әлеуметтік педагогикалық ұйымдастыру тұрғысынан білім мазмұнына жаңалық енгізудің тиімді жаңа әдістерін іздестіру мен оларды жүзеге асыратын әдістерді даярлау қарастырылған. Қоғамның әлеуметтік-экономикалық міндеттеріне сай өскелең ұрпақты өмірге бейімдеудің жаңа талаптары туындап отыр. Сондай мәселелердің бірі бүгінгі қоғамдық сұраныстың өсуіне байланысты орта мектеп оқушыларының әлеуметтік құзырлыққа даярлығын жетілдіру, ал оны шешудің бір жолы оқу үрдісінде инновациялық педагогикалық технологияларды тиімді пайдалана білуде болып отыр.

Кіріспе. Қазақ халқының аңсаған тәуелсіздігімен табысқанына да жиырма жылдан астам уақыт өтті. Ғасырлар бойы тағдырдың тәлкегіне ұшырап, өмірдің барлық саласында тарихқа есесі кеткен ел-жұрт үшін тәуелсіздіктің әр жылы, әр айы, әр күні, тіптен әрбір сәті кезеңдік мазмұн-мағынаға толы болатыны аян. Қордаланып қалған саяси-әлеуметтік, мәдени-рухани проблемалармен тікелей беттесіп, өз тағдырының тізгінін өз қолына алған халқымыз бүгінде тәуелсіздіктің әу бастағы қуаныш-қызығын сабасына түсіріп, енді замандық сарабал жауапкершілікке ойыса бастағанын көз көріп отыр.

Қазіргі қоғамның даму барысы Қазақстан Республикасының Президенті Н.Назарбаевтың «Қазақстанның әлемдегі бәсекеге барынша қабілетті 50 елдің қатарына кіру стратегиясы» атты Қазақстан халқына жолдауында белгілеп берген саяси бағытпен айқындалады.

Боламын деген ел болашағын көздейді, әдепті елдің баласы бесіктен белі шықпай жатып жағаға жармаспайды, әдептен озбайды; су сепкен қарлығаштай тапқан-таянғанын ұрпақтың аузына тосады, өнер-білімінің көсегесін көгертеді, білімді, ғылымды дамытады. Еліміздің болашағы ұлттық білім беру жүйесінің болашағымен тікелей байланысты. Ал білімге апаратын жалғыз жол-еңбек. Ең алдымен оқушыларды еңбек тәрбиесі арқылы әлеуметтендіру- ертеңгі күннің іскер

маманы, білікті азаматын даярлау, яғни жасөспірімдерді заманауи талаптарға сай, бәсекеге қабілетті болатын әлеуметтік құзырлығын қалыптастыру арқылы тәрбиелеу.

Негізгі бөлім.

Әлеуметтік құзырлығын қалыптастырудың негізгі бағыты – оқушыларды бүгінгі қоғамның ең маңызды құндылығы ретінде танып, өз еркімен шешім қабылдай алатын жеке тұлға ретінде қалыптастыру. Оқушылардың әлеуметтік құзырлығын қалыптастыру мен дамыту бағытында мектептегі оқу-тәрбие процесінің маңызы өте зор. Бұл жағдайда тәрбиені оқушылардың әлеуметтік құзырлығын қалыптастыру мақсатына бағыттау қажеттігі айқындала түседі.

Қазақстан Республикасының 2015 жылға дейінгі білім беруді дамыту Тұжырымдамасында құзыретті орта білім берудің мақсаты ретінде «... терең білім мен кәсіби дағдылар негізінде еркін бағдарлай білуге, өзін-өзі іске асыруға, өзін-өзі дамытуға және өз бетінше дұрыс, адамгершілік тұрғысынан шешім қабылдауға қабілетті жеке тұлғаны қалыптастыру» деп көрсетілген. Соның дәлелі ретінде Елбасымыз Н.Ә.Назарбаев «Инновациялық білім арқылы экономикалық білімге» атты дәрісінде: «Қазақстанды әлемдегі бәсекеге барынша қабілетті 50 елдің қатарына енудің негізгі міндеті жоғары мамандандырылған білікті де білімді азамат ғылыми технологияны оңай меңгеріп, нарықтық экономикада өзін-өзі басқара алатын және алған білімін өмірде қолдана білетін болса тек сол уақытта жүзеге асыру мүмкін» деген болатын.

Сондықтан, мектеп оқушыларының әлеуметтік құзырлығын қалыптастыру проблемасы – бұл қазіргі қоғамның өркендеу кезеңіндегі әлеуметтік маңызы бар, педагогикалық теория мен практикада тұлғаны үйлесімді дамытуда көкейкесті мәселенің бірі болып саналады. Осыған байланысты, жалпы орта білім беретін мектеп бағдарламалары қазіргі кезде белгілі дәрежеде халықаралық талаптарға сәйкестендіріліп, білім берудің мемлекеттік стандарттары оқытудың жобалау жүйесіне бағытталынып жасалында.

Біз қарастырып отырған проблеманың мақсаты – жалпы білім беру мектебінде бүгінгі қойылып отырған талаптарға сай негізгі әлеуметтік құзыреттіліктерді оқушылардың бойында қалыптастыру болып отыр. Осыған орай, зерттеуімізде қарастырылып отырған мәселенің теориялық-әдіснамалық негізін дәлелдеу мақсатында ғылыми еңбектерге талдау жасау арқылы «құзырет», «құзырлық (құзыреттілік)», «әлеуметтік құзырлық» ұғымдардың өзара байланысына, олардың анықтамаларына, құрастырылған жүйелеріне мазмұндық сипаттама беруге талпындық.

Философиялық, психологиялық және педагогикалық әдебиеттерге талдау жасау нәтижесіне сүйенсек, Қазақстандағы білімді жаңарту стратегиясына сай концепцияларда қазіргі уақытта білім жүйесінің барлық деңгейлерінде формалды білімнен тұлғалы іскерлікке, яғни компетентті парадигмаға сатылап көшу кезеңі жүріп жатыр. Мұны практика жүзінде іске асыру үшін концепцияның қағидалары белгілеп берген тәсілдер мен амалдар жиынтығын нақтылап алу қажет. Мұндай тәсілдер, амалдар және принциптар компетенцияны негізге алатын оқу процесінде белгілі бір әдістемені құруға мүмкіншілік береді [4].

Соңғы жылдары білім берудің жаңа бағытына қатысты Еуропа Кеңесінің ұсыныстарына сәйкес компетенция ұғымына көп мән беріліп жүр.

Оқушылар үшін құзыреттіліктер-оның меңгеру нысаны. Оқу кезеңінде оқушыда болашақ өміріне дайындық компетенциясы емес, сонымен қатар күнделікті жағдаяттарға қажетті компетенциялар да қалыптасады. Мысалы, оқушы компетенцияны,оның компоненттерін өмірде қолдануды мектеп бітіргеннен соң ғана іске асыра алады, сондықтан да мектепте білім алу кезеңінде бұл компетенциялар білім сапасы түрінде көрінеді.

Оқу процесінің жаңа моделі компетенция негіздерін қалыптастыруға бірнеше мүмкіншіліктер жасап отыр. Біздің тәжірибемізде оқушының әлеуметтік компетенттілігі оның математикалық білімі негізінде зерттеліп отыр.

Елбасы Нұрсұлтан Назарбаевтың Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінде студенттерге оқыған лекциясында: «Мәліметтерді талдаудың математикалық әдістерін бәрі де - инженерлер, экономистер, заңгерлер, құрылысшылар, мемлекет қайраткерлері меңгеруі тиіс. Әлемдік практика көрсеткеніндей, кадрлардың математикалық әзірлігінің жоғары деңгейі барлық салаларда сапалық секірісті қамтамасыз етеді» [1].

Д.Н. Узнадзе, Л.С.Выготский 5-6 сынып оқушыларын оқытудың басты міндеті баланың ішкі күштері мен мүмкіндіктерінің дамуы үшін жағдайлар жасаудан көреді. Әлеуметтік компетентті

оқушыны оқытуда басты оқылатын пән емес, осы процесте ширай түсетін күштердің дамуы болып табылады.[3,4] Әрине, психиканың барлық саласының мақсатты дамуы меңгеруге таным, ерік-жігер, сезім күштері бағытталатын белгілі оқу материалынсызболуы мүмкін емес. Бұл оқу материалы оқушыға сырттан беріледі де, оның мазмұны алдын-ала белгіленеді. Бұл орайда оқыту процесі ықтиярсыз күшейту сипатына ие болады: оқушы белгілі потенциалдарды іске қосып, оларды қалыптастыруға бағыттау үшін қажетті білім мен шеберлікті игеруге тиіс. Алайда, баланың ішкі күштері мен оқу материалы арасындағы қатынас, әлеуметтік компетентті оқушылардың дамуына оқу процесінің көмектесуі үшін қандай болуы керек?

Ең алдымен, оқу материалы дамудың әлеуметтік актуальді деңгейіне сәйкес келуі, екінші жағынан оның күрделілігі басым түсуі керек. Өйтпесе даму негізін жоғалтады. Тек мұғалім ғана, баланың оқып отырғанын түсінуіне, саралай білуіне, онымен жұмыс істеу тәсілдерін меңгеруіне көмектеседі, таныс еместі таныспен, жаңаны белгілімен байланыстырып балансты сақтап отырады. Егер осы тұста мектеп оқушысының ішкі күштерінің даму тенденциясы ескерілмей, оған неғұрлым күрделі материал берілетін болса, онда мұның өзі оқушының білім мен мұғалімге деген теріс көзқарасын туғызады. Бала үшін және оның ойдағыдай оқуы үшін мұғалімнің жеке басының әлеуметтік құзыреттілігінің маңызы бар екені осыдан-ақ айқын.

Сонымен бірге, жоғары сынып оқушыларын социумға енгізу, оларды әлеуметтендіру, осында мұғалімдерге ескеретін жай, мектептегі тұтас педагогикалық процестің бастапқы міндеті деп қарастыру керек. Осыған орай, зерттеу барысында оқушылардың тұтас педагогикалық процестегі жүйені қалыптастыру шарттары анықталды:

I. Педагогикалық – ұйымдастырушылық:

- әрбір педагог жоғары сынып оқушыларының әлеуметтік құзырлығын қалыптастыру барысында тұтас педагогикалық процесте оқушыға жағымды орта жасау;

- әлеуметтік құзырлығын қалыптастыруды қамтамасыз ететін әлеуметтік білім мен іскерліктердің қалыптасуына көңіл бөлу;

- «мұғалім-оқушылар» жүйесінде оқушылардың тұлға ретінде басымдылық іскерлігін (қоғамда, сыныпта) басқа адамдарға деген тұлғааралық әлеуметтік әрекетке ендіру.

II. Психолого-педагогикалық:

- жоғары сынып оқушыларының әлеуметтік құзырлығын қалыптастыру үшін ең алдымен мұғалімге оқушының тұлғалық, рухани, әлеуметтік даму деңгейін диагностика арқылы айқындау қажет;

- диагностика (грек.с. diagnostica, dia – айқын және gnostica – фактіні немесе құбылысты танып білу әдістері мен ұстанымдары туралы ілім) – ғылыми – тәжірибелік әрекетті сипаттайды. Мұнда біз, А.Маслоудың іліміне сүйендік. Әлеуметтенудің сыншылдық тұжырымдамасын қолдаушының бірі А. Маслоу (1908-1968) былай деп мәлімдеген: адам табиғатынан-ақ толық жетілген, ол өз өмірін белсенді түрде құруға, денсаулығын сақтауға, әсемдік әлемімен тілдесуге, өзінің дербестігі мен даралығын қорғауға қабілетті. Оның дәлелдеуінше, әлеуметтілік адамның табиғатында бар нәрсе, адамдарда туа біткен адами қажеттіліктердің ерекше қатары болады: қарапайымнан (тамақтану, ұрпақ жалғастыру) бастап, қауіпсіздік пен қорғанысқа, махаббатқа, құрметке, ең соңында ақиқатқа, ізгілікке, сұлулыққа, әдептілікке және өз маңызын арттыруға қажеттілікке дейін. Осыған сүйеніп, А.Маслоу адамның әлеуметтік мінез-құлқы толығымен өзін-өзі негіздейді және әрбір тұлға өзін-өзі жасайды, өз өмірлік тәжірибесінің сәулетшісі өзі, оны қоршаған әлеумет жасамайды деп түйіндейді[5];

- оқушының өзін-өзі анықтау арқылы әлеуметтік құзырлығын қалыптастыру (ішкі дайындығы, рефлексия) өзінің қажеттілігін саналы еркін түрде өзін анықтап реттеу, өзінің болашақ әлеуметтік құзырлығының дамуын жүзеге асыру, қалыптастыру жолдарын өзі таңдау.

III. Технологиялық.:

- педагог алдында жоғары сынып оқушыларының оқу және оқудан тыс кезінде өзіндік дамыту рефлексиясын ұйымдастыру міндеті тұр. Бұл ретте біз зерттеуде К.Роджерстің «Мен Тұжырымдамасын» негізге аламыз. К.Роджерс түсіндіруінде жоғары сынып оқушыларының әлеуметтік құзырлығын қалыптастыру кезінде негізге алатын қағида оларды іс жүзінде өзі ғана істей алады, өзі ғана істеуі тиіс» – деген қағида ұсынды .

Құзыреттілік ұғымының маңыздылығын зерттеушілер: өз құқығын жүзеге асырушылық (Р.Хинш); коммуникативті іс-әрекетін орындауға қабілеттілігі (М.А.Құдайқұлов), субъективті қасиеттеріне (А.К.Марков), тек әділет саласына қатысты -деп қарастырады [7;8]. Психологиялық тұрғыда бұл көрсетілген білімдегі бағыттың өзгеруі оқушылардың жан-жақты дамуын тек қана танымдық емес, оның рефлексивті және жауаптылығы күшті мінез-құлық қабілеттіліктеріне, өзінің әлеуметтік белсенділігін саналы құру деп білдіреді.

Берілген зерттеудің мәлімдемелері оқу жүйесіндегі адамның әлеуметтік құзырлығын қалыптастыру мәселесін толығымен шешпейді, себебі мұнда жоғары сынып оқушыларының әлеуметтік құзырлы құрамы психолого-педагогикалық даму жүйесінде қарастырылған. Зерттеуді қажет ететін ашық сұрақтар: оқушылардың әлеуметтік құзырлығын қалыптастырудағы жаңа тәрбиелік технологияларды өңдеу; жалпы білімнің мазмұнын жетілдіру, оның бағытын күшейту мақсатында дидактикалық бағдарламаларды өңдеу болып отыр. Зерттеудегі маңызды мәселелердің бірі бала-бақшадағы баланың әлеуметтік құзырлығын дамыту мүмкіншіліктерін зерттеу, сонымен қатар оқушылар мен педагогтың әлеуметтік құзырлы қарым-қатынасында педагогтың әлеуметтік құзырлы дамуы өте қажет. Бұл мәселелер зерттеудің болашақ бағытын ашып беріп отыр.

Білім беру мен тәрбиелеу, жалпы педагогикалық процесс тұтасымен алғанда өзінің әлеуметтік табиғатына орай күштеу элементін өз бойында сақтайды. Мұның өзі баланың ішкі күштері мен мүмкіндіктерінің белсенділігі және дамуы өз еркімен қалаған материалға емес, қоғамның талаптарымен, оның мәдени, әлеуметтік- экономикалық өркендеу деңгейімен, оның идеалдарымен алдын-ала анықталған білім беру мен оқытуға байланысты болып отыр.

Иә, тандаған идеалында ұшырасатын сапаларды ойдағыдай қалыптастыру үшін нені білу қажет?

Сіздің ортамен қарым-қатынасыңыз жоғары адамгершілік идеалына негізделіп және өз орнында табу сәтінде ол барынша саналы әрі орнықты болса, онда одан ары сіз әр түрлі ықпалға оңай қарсы тұра аласыз. Мұндай жағдайда өз мінез құлқыңыздың белгілі бағытын саналы қадағалай аласыз. Педагог, ғалым И.С.Кон былай деп жазды: «Еңбектің, танымның және қарым-қатынастың шынайы субъектісі болу үшін, индивид ең алдымен өзінің әлеуметтік жағдайын, өзінің өмірлік мақсаты мен идеалын анықтауы және оны нақты жүзеге асыру әдістерін қарастыруы тиіс. Өзіндік сана-сезім әлеуметтік өзін-өзі таба білумен біртұтас».

Әрқайсымыз өз эмоциямызды сезіне әрі басқара білуіміз қажет, өз сезімімізге, өз мінез-құлқымызға қалыптасқан идеал негізінде моралдық-эстетикалық баға беруден ауытқымауымыз керек.

Өз артықшылығың мен кемшілігіңді аңғару - одан кейін өзін-өзі дамытуға және өзін-өзі кемелдендіруге стимул болады, сондықтан өзін-өзі дұрыс бағалау-оның адамгершілік идеалына жақындататын өзіне деген сенімнің негізі.

Оқушыларды әлеуметтік құзыреттілікке тәрбиелеуде ерік пен мінезді тәрбиелеудің әсіресе керек екендігінде ешбір күмән жоқ. Рухани игіліктің басты шарты- ақыл-ой және дене еңбегі, еңбек қызметінің нәтижесінен туындайтын танымдық, жасампаздық және қанағаттанушылық қуанышы. Өмірлік мақсатқа жетудің, өзін-өзі кемелдендірудің әр түрлі жолдарымен таныстыру мұғалімнің басты міндеті болса, ал сол өмірлік жолды таңдау оқушының өз құзырында.

Қорытынды.

Жоғарыдағы пікірлерді қорытындылай келе, біз жалпы білім беру мекемелерінде әлеуметтік құзырлығы дамыған тұлға қалыптастыру - қазіргі оқу үрдісінің ең басты талаптарының бірі екендігін көреміз. Әлеуметтік құзырлы тұлға қалыптастыру оқушылардың танымдық ізденістерін тиімді ұйымдастыру арқылы жүзеге аспақ. Әлеуметтік құзырлы әрекет әр баланың табиғатында болуы мүмкін. Біздің міндетіміз - оқушыға оның бойында жасырын жатқан мүмкіндіктерін ашып көрсету. Оқушыны әлеуметтік құзырлыққа баулу, өз еңбегінің нәтижесін көруге, оны бағалауға бағыттау - өте күрделі үрдіс. Себебі оқушының әлеуметтік құзырлы мүмкіндігі оның жеке тұлға ретінде қалыптасу үрдісінде пайда болады. Егер әлеуметтік құзырлық оқушының жас кезінде бағалы бағдар болып орнықпаса, онда болашақта оның тұлға болып қалыптасуы екіталай.

Сонымен әлеуметтік құзырлық мәселесі - қоғамның өрлеуі мен тоқырауының көрсеткіші деп айтуға болады. Зерттеу барысында әлеуметтік құзырлықтың мәніне, табиғатына, бастауларына философиялық көзқарастардың да әртүрлі кезеңде әрқалай болғаны мәлім.

Әлеуметтік құзырлық тұлғаның әлеуметтік бейімділігін, әлеуметтік хабардарлығын, тұлға мен социум жағдайы арасындағы оптималды сәйкестікті табуға мүмкіншілік беретін, «әлеуметтік

интеллект», «әлеуметтік ойлау» түсініктерінде белгіленген әлеуметтік білім мен іскерліктер контекстінде қарастырылады. Әлеуметтік интеллект интегралды қабілеттіліктер ретінде түсіндіріледі, яғни тұлға аралық өзара әрекеттер мен әлеуметтік бейімділіктің табыстылығын анықтаушы, өзінің бойына интегралданған әлеуметтік білімдер мен дамымалы механизмдерді қамтиды. Шетелдегі әлеуметтік құзырлықты зерттеушілер назарды әлеуметтік қызметтің нәтижелілігіне қажетті және оның көрінуіне жағдай жасайтын, әлеуметтік шеберліктер кешенін анықтаушы әлеуметтік мінез-құлық жайлы түсініктер (A.Argeil, A.Goldstein және басқалар) мен әлеуметтік қызмет жүйесіне аударады. Зерттеудегі ерекше орын қиын тіршілік жағдайындағы тұлғаның мінез-құлқына бөлінеді, себебі бұл әлеуметтік құзырлы мінез-құлқындағы бастапқы нышаны ретінде қарастырылады. Ақмеологиялық зерттеулер (А.А.Деркач, А.К.Марков) құрамына білім, іскерлік, шеберліктермен қатар әлеуметтік жауапкершілігін және жалпы қоғамда өзін жүзеге асыруда талпынысын болжайтын рухани-тұлғалық, мотивациялы құндылықтарды қамтиды.

Жоғарыда қарастырылған әлеуметтік құзырлыққа байланысты анықтамалар бізге мынадай қорытынды жасауға мүмкіндік берді. Яғни, жоғары сынып оқушыларының әлеуметтік құзырлығын қалыптастыру – оқушыларды сапалы өмір сүруге дайындайды. Авторлардың осы аталған әлеуметтік құзыреттілік ұғымдарына берген анықтамаларын қолдай отырып, зерттеу пәнімізге қарай: «Әлеуметтік құзырлы жоғары сынып оқушысы – қоғамда өзін-өзі жүзеге асыруға ұмтылатын, өмірді және өзін, өмірлік мақсаттары мен әлеуметтік құзырлықтың өзіндік, тұлғалық резервтерін түсінетін, әлеуметтік маңызды құндылықтарды жүзеге асыра алатын, өзін және қоршаған ортасын сиялайтын, рефлексивті, жауапкершілігі бар, көпшіл тұлға» – деп өз анықтамамызды береміз.

ӘДЕБИЕТ

- [1] Назарбаев Н.А. Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінде студенттерге арналған лекциясы. 26 мамыр 2006ж. Казахстан-2030:Послание Президента РК к народу./Kazahstanskaja pravda.-1997.-11 октябрja.-С.1-3
- [2] Уснадзе Д.Н. Психологические исследования. –М.: Наука, 1966.-450с.
- [3] Выгодский Л.С. История развития высших психических функции // Развитие высших психических функции.-М.: АПН РСФСР, 1960.-С.197-198.
- [4] Шаумен Г.С. О профессиональных компетенциях социальных педагогов Германии // Вестник Академии Педагогических Наук Казахстана №5, 2014
- [5] Маслоу А. Дальние пределы человеческой психики: Пер. с англ.-
- [6] СПб.:Евразия,1997,430с.
- [7] Хинш Р.,ВиттманнС. Социальная компетенция. / Пер. с нем.-Х: Изд-во Гуманитарный Центр,2005,-192с.
- [8] Кудайкулов М., Мырзакулова Н. О развитии творческих способностей учащихся на различных типах уроков/ «Қазақстан мектебі», 2006, №6

REFERENCES

- [1] Nazarbaev N.A. L.N.Gumilev atyndary Eurazija ultiq universitetinde studentterge arnalghan lekcijasy. 26 mamyr 2006zh. Kazahstan-2030:Poslanie Prezidenta RK k narodu./Kazahstanskaja pravda.-1997.-11 oktjabrja.-S.1-3
- [2] Usnadze D.N. Psihologicheskie issledovaniya. –M.: Nauka, 1966.-450s.
- [3] Vygodskij L.S. Istorija razvitija vysshih psihicheskikh funkcii // Razvitie vysshih psihicheskikh funkcii.-M.: APN RSFSR, 1960.-S.197-198.
- [4] Shaumen G.S. O professional'nyh kompetencijah social'nyh pedagogov Germanii // Vestnik Akademii Pedagogicheskikh Nauk Kazahstana №5, 2014
- [5] Maslou A. Dal'nie pridely chelovecheskoj psihiki: Per. s angl.-
- [6] SPb.:Evrazija,1997,430s.
- [7] Hinsh R.,VittmannS. Social'naja kompetencija. / Per. s nem.-H: Izd-vo Gumanitarnyj Centr,2005,-192s.
- [8] Kudajkulov M., Myrzakulova N. O razvitii tvorcheskikh sposobnostej uchashhhsja na razlichnyh tipah urokov/ «Kazakstan mektebi», 2006, №6

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ОСНОВА ФОРМИРОВАНИЯ СОЦИАЛЬНОЙ КОМПЕТЕНЦИИ У УЧАЩИХСЯ СОВРЕМЕННОГО МИРА

Г.А. Аскарова, Б. К. Тульбасова

Казахский национальный педагогический университет им. Абая, г. Алматы
e-mail: akkalovna@mail.ru

Ключевые слова: компетентность, инновация, педагогическая технология

Аннотация. В статье трактуется о инновациях и методах ее решения на уровне социально-педагогической организации реформ систем образования Казахстана. Системно-целостный подход инновационной технологии, используемый в исследовании, объединяет все звенья образования, социального компетентного становления личности в единую «цепь». Это способствует максимальному стимулированию активного состояния всех основных структурных компонентов личности в их взаимодействии и сочетании.

Сведения об авторе: Аскарова Галия Аккаловна, Кандидат пед. Наук, Казахский национальный педагогический университет им. Абая

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

PHYSICO-MATHEMATICAL SERIES

ISSN 1991-346X

Volume 6, Number 304 (2015), 127 – 133

ASSESSING STUDENT LEARNING IN GENERAL EDUCATION**G.B. Issayeva, N. Kylyshpaeva**Guka_issayeva@mail.ru

Kazakh State Women's Teacher Training University, Almaty

Key words: Assessing, promoting, bloom's taxonomy, feedback.

Abstract. This article will address issues monitoring and evaluation of students' knowledge in higher education. Assessment is a central element in the overall quality of teaching and learning in higher education. Well designed assessment sets clear expectations, establishes a reasonable workload and provides opportunities for students to self-monitor, rehearse, practice and receive feedback. Classroom assessment and grading practices have the potential not only to measure and report learning but also to promote it. Indeed, recent research has documented the benefits of regular use of diagnostic and formative assessments as feedback for learning (Black, Harrison, Lee, Marshall, & Wiliam, 2004). Like successful athletic coaches, the best teachers recognize the importance of ongoing assessments and continual adjustments on the part of both teacher and student as the means to achieve maximum performance. Unlike the external standardized tests that feature so prominently on the school landscape these days, well-designed classroom assessment and grading practices can provide the kind of specific, personalized, and timely information needed to guide both learning and teaching.

**КРИТЕРИЙ ОЦЕНИВАНИЯ ЗНАНИЙ СТУДЕНТОВ
ВЫСШЕГО УЧЕБНОГО ЗАВЕДЕНИЯ****Исаева Г.Б., к.п.н., доцент, Н. Кылышбаева, магистр**Guka_issayeva@mail.ru

Казахский Государственный Женский Педагогический Университет, г.Алматы

Ключевые слова: оценивание, контроль, таксономия Блума, обратная связь.

Аннотация. В этой статье были рассмотрены вопросы контроля и оценивания знаний студентов высшего учебного заведения. Даны определения таких понятий как, оценивания, контроль и критерий оценивания. Приведены примеры Bloom's Таксономии. А так же рассмотрены пути эффективного оценивания знаний студентов. Хорошо разработанная оценка устанавливает ясные ожидания, устанавливает разумную рабочую нагрузку и предоставляет возможности студентам самоконтролировать, репетировать, практиковать и получить обратную связь. У оценки класса и методов аттестации есть потенциал не только, чтобы измерить и сообщить, что учение лишь также продвигает его. Действительно, недавнее исследование зарегистрировало выгоду регулярного использования диагностических и формирующих оценок как обратная связь для изучения (Black, Harrison, Lee, Marshall, & Wiliam, 2004). Как успешные тренеры, лучшие учителя признают важность продолжающихся оценок и непрерывных регуляторов и со стороны учителя и со стороны студента как средства достигнуть максимальной производительности. В отличие от внешних стандартизированных тестов, которые показывают так заметно на школьном пейзаже в эти дни, могут обеспечить хорошо разработанная оценка класса и методы аттестации, отчасти определенная, персонализированная, и своевременная информация должна вести и изучение и обучение.

Assessing is the ongoing and frequent process of collecting, analyzing and recording of information about student progress towards the achievement of unit of study learning outcomes. It is the process of identifying, gathering and interpreting information about students' learning. An important process of assessment is to determine what students *know* and *can do* in order to assist in designing, modifying and extending appropriate learning and teaching programmes for all students, and adapting teaching methods

via reflection and evaluation. The central purpose of assessment is to provide information on student achievement and progress and set the direction for ongoing learning and teaching. (adapted from NSW Board of Studies, 1999) [1].

The ideas and strategies in the *Assessing Student Learning* resources three interrelated objectives for quality in student assessment in higher education.

Three object for higher education assessment	1. Assessment that guides and encourages effective approaches to learning;
	2. Assessment that validly and reliably measures expected learning outcomes, in particular the higher-order learning that characterizes higher education;
	3. Assessment and grading that defines and protects academic standards.

The relationship between assessment practices and the overall quality of teaching and learning is often underestimated, yet assessment requirements and the clarity of assessment criteria and standards significantly influence the effectiveness of student learning. Carefully designed assessment contributes directly to the way student approach their study and therefore contributes indirectly, but powerfully, to the quality of their learning[2].

For most students, assessment requirements literally define the curriculum. Assessment is therefore a potent strategic tool for educators with which to spell out the learning that will be rewarded and to guide student into effective approaches to study[18]. Equally, however, poorly designed assessment has the potential to hinder learning or stifle curriculum innovation.

Why assess?

- Formative Assessment
- Progression
- Classification
- Warranty

The purpose of assessment – summary

- To select
- To certify
- To describe
- To assist learning
- To improve teaching
- To satisfy stakeholders

What do we want to assess?

- Skills?
- Knowledge?
- Attitudes?[3]

Classroom assessment falls into three categories that serve different purposes.

Summative assessments summarize what students have learned at the end of a period of time. These include tests, final exams, culminating projects, and portfolios. These scores appear on report cards and transcripts, but are not really useful as learning tools. They come at the end of the teaching/learning experience.

Diagnostic assessments precede instruction. Teachers can “check students’ prior knowledge and skill levels, identify student misconceptions, profile learners’ interests, and reveal learning style preferences. Diagnostic assessments provide information to assist teacher planning and guide differentiated instruction.”* (McTighe and O’Connor) These assessments are not graded, they guide the teaching process.

Formative assessments are ongoing and give feedback to students and teachers to guide teaching to improve learning. Included are oral questioning, observations, draft work, think-alouds, learning logs and portfolio previews.

Assessment and grading can measure and report learning, it can also promote learning and teaching [4.] Here are some assessment strategies toward that end.

- Present the performance assessment tasks to the students at the beginning of a unit of study. They will know what to anticipate and will be able to focus on what the teachers expects them to learn and what they will have to do with the knowledge.
- Show models of work that illustrate the levels of quality expected. A four point rubric communicates to the student the elements of quality and the standard used for evaluation. This gives the student a goal for their work.
- Offer a few good choices that match the goal of the content standard – assessment gains meaning for the learner when there are options for demonstrating knowledge, understanding and skills.
- Provide feedback that is timely and specific regarding the student’s strengths and weaknesses. Note areas of improvement and what the students need to work on in the future. Consider allowing the student to revise and refine their work based on the feedback, within a reasonable time period.
- Encourage self-evaluation and the students will become capable of knowing how they are doing and what they need to improve[5].

These assessment strategies address factors that motivate students to learn. Students put effort into their work when they know the learning goal and how they will be evaluated; when they think the goals and assessments are meaningful and relevant; when they believe they can successfully learn and meet the evaluation expectations[6].

The most effective learners set personal learning goals, employ proven strategies, and self-assess their work. Teachers help cultivate such habits of mind by modeling self-assessment and goal setting and by expecting students to apply these habits regularly[7].

Rubrics can help students become more effective at honest self-appraisal and productive self-improvement. In the rubric in Figure 1, students verify that they have met a specific criterion—for a title, for example—by placing a check in the lower left-hand square of the applicable box[8]. The teacher then uses the square on the right side for his or her evaluation. Ideally, the two judgments should match. If not, the discrepancy raises an opportunity to discuss the criteria, expectations, and performance standards. Over time, teacher and student judgments tend to align. In fact, it is not unusual for students to be harder on themselves than the teacher is[9].

	Title	Labels	Accuracy	Neatness
3	The graph contains a title that clearly tells what the data show.	All parts of graph (units of measurement, rows, etc.) are correctly labeled.	All data are accurately represented on the graph.	The graph is very neat and easy to read.
2	The graph contains a title that suggests what the data show	Some parts of the graph are inaccurately labeled.	Data representation contains minor errors.	The graph is generally neat and readable.
1	The title does not reflect what the data show OR the title missing.	The graph is incorrectly labeled OR labels are missing.	The data are inaccurately represented, contain major errors, OR are missing.	The graph is sloppy and difficult to read.

The rubric also includes space for feedback comments and student goals and action steps. Consequently, the rubric moves from being simply an evaluation tool for “pinning a number” on students to a practical and robust vehicle for feedback, self-assessment, and goal setting[10].

Initially, the teacher models how to self-assess, set goals, and plan improvements by asking such prompting questions as,

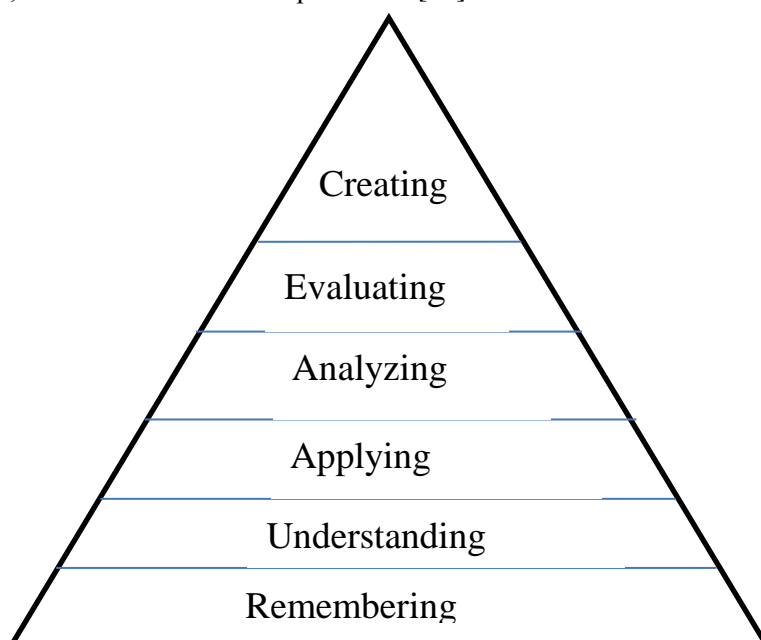
- What aspect of your work was most effective?
- What aspect of your work was least effective?
- What specific action or actions will improve your performance?
- What will you do differently next time?

Questions like these help focus student reflection and planning. Over time, students assume greater responsibility for enacting these processes independently[11].

Educators who provide regular opportunities for learners to self-assess and set goals often report a change in the classroom culture[12].

Teachers can use a variety of practical pre-assessment strategies, including pre-tests of content knowledge, skills checks, concept maps, drawings, and K-W-L (Know-Want to learn-Learn) charts. Powerful pre-assessment has the potential to address a worrisome phenomenon reported in a growing body of literature (Bransford, Brown, & Cocking, 1999; Gardner, 1991): A sizeable number of students come into school with misconceptions about subject matter (thinking that a heavier object will drop faster than a lighter one, for example) and about themselves as learners (assuming that they can't and never will be able to draw, for example). If teachers don't identify and confront these misconceptions, they will persist even in the face of good teaching[13]. To uncover existing misconceptions, teachers can use a short, nongraded true-false diagnostic quiz that includes several potential misconceptions related to the targeted learning. Student responses will signal any prevailing misconceptions, which the teacher can then address through instruction. In the future, the growing availability of portable, electronic student-response systems will enable educators to obtain this information instantaneously[14].

Responsiveness in assessment is as important as it is in teaching. Students differ not only in how they prefer to take in and process information but also in how they best demonstrate their learning. Some students need to “do”; others thrive on oral explanations[15].



Bloom's Taxonomy (Revised)

- Remembering: recall or remember
- Applying: use the information in a new way
- Analyzing: interpret, find meaning, distinguish
- Evaluating: make judgments, assess
- Creating: create new product or point of view

Example: Goldilocks and Bloom's Taxonomy

- Remember: How many bears are in the story?
- Understand: Use your knowledge of motivation to explain why Goldilocks and what does this tell house.
- Analyze: How did the bears respond when they found Goldilocks and what does this tell you about their personalities?
- Evaluate: Many cultures have a version of the Goldilocks story – assess the reason for this.
- Create: Compose a song, skit, poem, or rap to convey Goldilocks story in a new form[16].

Modes of assessment

1. Function

Diagnostic – To determine the starting level of knowledge / ability

Formative – Feedback, to help the learner to improve next time.

Summative – For grades / marks, to give level of attainment.

2. Type

Product – e.g. An essay, a report a design drawing, a poster.

Process – e.g. group working, Communication skills, problem solving.

3. Process

Criterion referenced-

- E.g. the driving test

- Given standards against which each student is individually judged.

Norm referenced-

- E.g. accountancy exams,

- Students judged against their peers[17].

Assessment Criteria

- Describe the extent to which a learning outcome has been achieved.

- They provide grounds for judging quality and therefore marking.

- They help make assessment decisions more transparent and this helps co-markers and students[18].

The ways we assess our students can really make a difference to how students learn. There are multiple and complex problems to resolve and solutions are not easy to find (or the brightest minds in the world would have done so already), permanent (as we have to deal with an ever – changing), (or universal (assessment is an area where context is of paramount importance; what works well in a medical environment probably doesn't work equally well in a poetry workshop, although there might be some interesting cross-overs). So we are left with the need for professional higher education practitioners to take the lead in ensuring that we do not allow the process to slip out of our hands. We cannot let bureaucratic regulations (whether from within our institutions or nationally) to skew our effective assessment processes[19]. If we find our systems do not allow us to implement a really valuable assessment innovation, for example, then we must find ways to change the system. We need to ensure that decisions about assessment strategies are based on the best available evidence - based research on assessment, rather than on custom and practice or what is easy to do. So we need to keep abreast of new developments, evaluate tried and tested ones and experiment with our own initiatives, preferably within a supportive learning community of fellow practitioners[20].

ЛИТЕРАТУРА

[1] Аванесов В.С. Композиция тестовых заданий: Учебная книга. 3-е изд., доп. – М.: Центр тестирования, 2002 - 240 с.

[2] Аканов А., Мирзабеков О., Ахметов В. и др. Болонский процесс – путь КазНМУ в общеевропейское образовательное пространство. – Алматы: КазНМУ им. С.Д. Асфендиярова, 2010.

[3] Аканов А.А., Хамзина Н.К., Ахметов В.И. и др. Казахский национальный медицинский университет имени С.Д. Асфендиярова: на пути инновационных преобразований. – Алматы: КазНМУ им. С.Д. Асфендиярова, 2010.

[4] Амиров Н. Медицинская газета, 19.11.2010. 5. Бадмаев Б.Ц. Методика преподавания психологии: Учеб.-метод. пособие для преподават. и аспирантов вузов. – М.: Гуманит. изд. центр ВЛАДОС, 1999. – 304 с. – С. 74

[5] Барбара Миллер. Воспитание граждан: переосмысление подхода к оценке учеников) по материалам сайта - <http://charko.narod.ru>

[6] Беспалько В.П. Слагаемые педагогической технологии. - М.: Педагогика, 1989. - 190 с. 8. Вербицкий А.А. Новая образовательная парадигма и контекстное обучение. М. ИЦ, 1999.

[7] Гуляева С.П. Портфолио: рекомендации по созданию и использованию в предпрофильной подготовке / С.П.Гуляева.- Новокузнецк: изд-во МОУ ДПО ИПК, 2005. – 73 с.

[8] Два десятилетия реформ в высшем образовании Европы: 1980 и далее, Euridyce Studies, Euridyce European Unit, Brussels, 2000. <http://www.euridyce.org>

[9] Джонсон Д., Джонсон Р., Джонсон-Холубек Э. Методы обучения. Обучение в сотрудничестве.

[10] Загашаев И.О., Заир-Бек С.И. Критическое мышление: технология развития. Перспективы для высшего образования. – М., 2002. - С. 265.

- [11] Загвоздкин В.К. Роль портфолио в учебном процессе. Некоторые психолого-педагогические аспекты // Психологическая наука и образование. - № 4, 2004.
- [12] Заир-Бек Е.С. Основы педагогического проектирования СПб. 1995. 15. Калмыкова И.Р. Портфолио как средство самоорганизации и саморазвития личности // Образование в современной школе.
- [13] Кейс С.М., Свэнсон Д.Б. Создание письменных тестовых вопросов по базисным и клиническим дисциплинам. - Национальный Совет Медицинских Экзаменаторов, - Филадельфия, Пенсильвания 1996.
- [14] Кодекс Республики Казахстан о здоровье народа и системе здравоохранения (с изменениями и дополнениями по состоянию на 30.06.2010 г.) 18. Михайлычев Е.А. Дидактическая тестология. – М., 2001. – 432 с.
- [15] Муминов Т.А., Даулетбакова М.И. Инновационные технологии в образовательном процессе медицинских вузов. – Алматы: КазНМУ им. С.Д. Асфендиярова, 2003. – 144 с.
- [16] Наумов Л.Б. Оптимизация обучения в медицинском институте. Программированное руководство для преподавателей Медицинских Институтов. – Новосибирск, 1978. – 419 с.
- [17] Новаторов Э.В. Организация подготовки маркетологов в США / Маркетинг в России и за рубежом / №2 / 2003.
- [18] Новикова Т.Г. Анализ разработки портфолио на основе зарубежного опыта / Т.Г.Новикова // Развитие образовательных систем в контексте модернизации образования. – М.: Academia; АПКИПРО, 2003.
- [19] Пинский А.А. Рекомендации по построению различных моделей «портфолио» учащихся основной школы // Образование в современной школе.
- [20] Профессиональная компетентность и мобильность педагогических кадров. Социальнопедагогические и психологические аспекты (материалы конференции). - СПб., ИОВ РАО, 1994. - 193 с.
- [21] Слуща десять лет и глядя вперед: обзор преобразований в высшем образовании Центральной и Восточной Европы. Труды по высшему образованию, CEPES/ЮНЕСКО, Бухарест, 2000.
- [22] Формирование общества, основанного на знаниях: Новые задачи высшей школы Доклад Всемирного Банка. Издательство «Весь Мир», 2003.
- [23] Смыковская Е.П. Возможности использования кредитно-зачетных систем в осуществлении контроля и оценки качества высшего образования// Доклад на Международной научно-практической конференции «Многоступенчатое университетское образование: от эффективного преподавания к эффективному учению» (Минск, 15-16 мая 2003г.).
- [24] Т.П. Каратаева Опыт использования рейтинговой оценки знаний на химическом факультете// Доклад на Международной научно-практической конференции «Многоступенчатое университетское образование: от эффективного преподавания к эффективному учению» (Минск, 15-16 мая 2003г.).
- [25] Кредитная система обучения в вузе: структура, процедуры и организация. – Алматы: МАБ, 2004.
- [26] Кулекеев Ж.А. Пивень Г.Г., Нургужин М.Р. Система менеджмента качества организаций высшего профессионального образования. Теория и практика. - Караганда, 2004.
- [27] Мухамбетова С.К., Жарменова Г.С., Дарибаева С.К. Методика обучения психологии. –Алматы, 2007.
- [28] Оразбаева Ф.Ш. Теория и методика языкового общения. –Алматы, 2000. –190-191с.
- [29] Кузекова З. Казахский язык. Теория и практика тестирования. –Алматы, 2009. –156 с.
- [30] Формирование общества, основанного на знаниях: Новые задачи высшей школы Доклад Всемирного Банка. Издательство «Весь Мир», 2003.

REFERENCES

- [1] Avanesov of V. S. Kompozition of test tasks: Educational book. 3rd prod., additional – М.: Center of testing, 2002 - 240 pages.
- [2] Akanov A., Mirzabekov O., Akhmetov V., etc. Bologna Process – a way KAZNMU in the all-European educational space. – Алматы: КазНМУ of S. D. Asfendiyarov, 2010.
- [3] Akanov A.A., Hamzina N. K., Akhmetov V. I., etc. The Kazakh national medical university of S. D. Asfendiyarov: on the way of innovative transformations. – Алматы: КазНМУ of S. D. Asfendiyarov, 2010.
- [4] Amirov N. Meditsinskaya newspaper, 19.11.2010. 5. Badmayev of B. Ts. Metodik of teaching psychology: Studies. - a method. for to teach a grant. and graduate students of higher education institutions. – М.: Gumanit. prod. VLADOS center, 1999. – 304 pages – Page 74
- [5] Barbara Miller. Education of citizens: reconsideration of approach to an assessment of pupils) on site materials - <http://charko.narod.ru>
- [6] Bepalko V.P. Composed pedagogical technology. - М.: Pedagogics, 1989. - 190th page 8. Verbitsky A.A. New educational paradigm and contextual training. ITs m, 1999.
- [7] Gulyaeva S. P. Portfolio: recommendations about creation and use in preprofile preparation / S.P.Gulyaeva. - Novokuznetsk: publishing house of DPO IPK Municipal Educational Institution, 2005. – 73 pages.
- [8] Two decades of reforms in the higher education of Europe: 1980 and further, Euridyce Studies, Euridyce European Unit, Brussels, 2000. <http://www.euridyce.org>
- [9] Johnson D., Johnson R., Johnson-Holubek E. Training methods. Training in cooperation.
- [10] Zagashayev I.O., Zaire Beck S. I. Critical thinking: technology of development. Prospects for the higher education. – М, 2002. - Page 265.
- [11] Zagvozdkin V. K. Rol of a portfolio in educational process. Some psychology and pedagogical aspects//Psychological science and education. - No. 4, 2004.

- [12] Zaire Beck E.S. Bases of pedagogical design of SPb. 1995. 15. Kalmykova I.R. A portfolio as means of self-organization and self-development of the personality//Education at modern school.
- [13] Case S.M., Svensson D.B. Creation of written test questions on basic and clinical disciplines. - National council of Medical Examiners, - Philadelphia, Pennsylvania 1996.
- [14] The code of the Republic of Kazakhstan about health of the people and health system (with changes and additions as of 30.06.2010) 18. Mikhaylychev E.A. Didakticheskaya testologiya. – M., 2001. – 432 pages.
- [15] Muminov T.A., Dauletbakova M. I. Innovative technologies in educational process of medical schools. – Almaty: КазНМУ of S. D. Asfendiyarov, 2003. – 144 pages.
- [16] Naumov L.B. Optimization of training at medical institute. The programmed management for teachers of Medical Institutes. – Novosibirsk, 1978. – 419 pages.
- [17] E.V. Organization's innovators of training of marketing specialists in USA / Marketing in Russia and abroad / No. 2/2003.
- [18] Novikova T.G. The analysis of development of a portfolio on the basis of foreign experience / T.G. Novikova//Development of educational systems in the context of modernization of education. – M.: Academia; АПКИПРО, 2003.
- [19] Pinsky A.A. Recommendations about construction various models
- [20] Professional competence and mobility of pedagogical shots. Sotsialnopedagogichesky and psychological aspects (conference materials). - SPb., JOB RAO, 1994. - 193 pages.
- [21] Ten years later and looking forward: the review of transformations in the higher education of the Central and Eastern Europe. Works on the higher education, CEPES/UNESCO, Bucharest, 2000.
- [22] Formation of the society founded on knowledge: New tasks of the higher school Report of the World Bank. Whole world publishing house, 2003.
- [23] Smykovskaya E.P. Possibilities of use of credit and test systems in control and estimates of quality of the higher education//the Report at the International scientific and practical conference "Multistage university education: from effective teaching to the effective doctrine" (Minsk, on May 15-16, 2003).
- [24] T.P. Karatayeva Opyt of use of a rating assessment of knowledge at chemical faculty//the Report at the International scientific and practical conference "Multistage university education: from effective teaching to the effective doctrine" (Minsk, on May 15-16, 2003).
- [25] Credit system of training in higher education institution: structure, procedures and organization. – Almaty: MAB, 2004.
- [26] Kulekeev Zh.A. Piven G.G., Nurguzhin M.R. Quality management system of the organizations of higher education. Theory and practice. - Karaganda, 2004.
- [27] Mukhambetova S. K., Zharmenova G. S., Daribayev of S. K. Metodik of training of psychology. – Almaty, 2007.
- [28] Orazbayeva F.Sh. Theory and technique of language communication. – Almaty, 2000. – 190-191s.
- [29] Kuzekova Z. Kazakhsky language. Theory and practice of testing. – Almaty, 2009. –156 pages.
- [30] Formation of the society founded on knowledge: New tasks of the higher school Report of the World Bank. Whole world publishing house, 2003.

Жоғары оқу орны студенттерінің білімін бағалау критерийлері

Исаева.Г.Б., п.ғ.к., доцент, Н. Кылышбекова, магистр

Guka_issaeva@mail.ru

Қазақ Мемлекеттік Қыздар Педагогикалық Университеті, Алматы қ.

Тірек сөздер: бағалау, бақылау, Блум таксономиясы, кері байланыс.

Аннотация. Бұл мақалада жоғары оқу орнының студенттерінің білімін бақылау және бағалау мәселелері қарастырылған. Бағалау, бақылау критерийлері, бақылау түсініктеріне анықтама берілді. Блум таксономиясы туралы ақпарат беріліп, мысалдар келтірілді. Сонымен қатар, студенттердің білімін тиімді бағалаудың кейбір жолдары көрсетілді. Кері байланысты алу мүмкіндігін ұсынады және жұмыс жүктемесі анық белгілейді, жаттықтыру, студенттерге самоконтролировать қолдану жақсы әзірленген күту бағалау орынды белгілейді. Бағалау әдістерін де арта түседі деп хабарлау үшін ғана емес сондай-ақ ілім бері ғана әлеуеті бар және аттестаттау сыныбы мен оның. Шынында да кері байланыс ретінде тіркеді, жақында пайда бағалауды зерделеу үшін диагностикалық және тұрақты пайдалану зерттеу (Black & Wiliam Marshall Harrison Lee, 2004) қалыптастыратын. Жаттықтырушылар ретінде, ең үздік мұғалімдер тарапынан үздіксіз жалғасып жатқан студенттің тарапынан ең жоғары өнімділігін бағалау мен реттеуіштер мен мұғалімдер мен жету құралы ретінде маңыздылығын мойындайды. Бұл күндері, айтарлықтай айырмашылығы жоқ, олар да мектеп арналған стандартталған тест сыртқы көрсетеді, бір жағынан, аттестаттау және уақтылы ақпарат беру және зерттеу әдістері айқындалған персонализированная керек еді, жақсы әзірленген қамтамасыз ете алады сыныбы мен бағалау жүргізуге және оқыту.

G.B. Issayeva, cand.ped.sc., assistant professor, N. Kylyshpaeva, master

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

PHYSICO-MATHEMATICAL SERIES

ISSN 1991-346X

Volume 6, Number 304 (2015), 134 – 137

UDC 517.9

**ABOUT STRONG RESOLVABILITY OF THE SEMI-FIXED
PROBLEM OF THE EQUATION OF HEAT CONDUCTIVITY
WITH THE DEVIATING ARGUMENT**

Saprygina M.B., Shaldanbayev A.Sh., Orazov I.O.

The southern Kazakhstan state university of M. Aueyzov, Shymkent
shaldanbaev51@mail.ru

Keywords: the heat conductivity equation, own functions, attached functions, deviating argument.

Abstract. In the real work, method of division of variables and the spectral theory of the equation with we otklonyashchitsya by argument, strong resolvability of the semi-fixed problem of the equation of heat conductivity with отклоняющмся argument is shown. A deviation from Carleman's class.

УДК 517.9

**АРГУМЕНТІ АУЫТҚЫҒАН ЖЫЛУ ТЕНДЕУІНІҢ ЖАРТЫЛАЙ БЕКІГЕН
ЕСЕБІНІҢ КҮШТІ ШЕШІЛУІ ТУРАЛЫ**

Сапрыгина М.Б., Шалданбаев А.Ш., Оразов И.О.

М.Әуезов атындағы Оңтүстік-Қазақстан мемлекеттік университеті, Шымкент қаласы
shaldanbaev51@mail.ru

Кілт сөздер: жылу теңдеуі, меншікті функциялар, қосарлас функциялар, ауытқыған аргумент.

Аннотация. Бұл еңбекте аргументі ауытқыған жылу теңдеуінің жартылай бекіген есебінің күшті шешілетіні көрсетілген. Зерттеу барысында айнымалыларды ажырату әдісі мен аргументі ауытқыған теңдеудің спектралді теориясы қолданылған.

1.Кіріспе. Аргументі ауытқыған теңдеулердің теориясы көптеген авторлардың зерттеулеріне арқау болды, атап айтар болсақ, А.Д. Мышкис [1], Л.Э. Эльсгольц пен С.Б. Норкиннің [2], әйгілі, монографияларында оларға дейінгі жүргізілген зерттеулерге шолу жасалып, тиісті қорытындылар жасалған. Аргументі ауытқыған Штурм-Лиувилл теңдеуінің шекаралық есептері С.Б. Норкиннің [3] еңбегінде зерттелген. Осы, және басқа көптеген еңбектерде ауытқу теңдеудің жоғарғы ретті мүшелерінде кездеседі. Ауытқуы спектралдік параметрінде кездесетін жағдайға арналған еңбектерді саусақпен санауға болады, осы орайда, Т.Ш. Кальменов, С.Т. Ахметова и А.Ш. Шалданбаев [4], А.М. Ибраимкулов [5], Т.Ш. Кальменов, А.Ш. Шалданбаев [6]-[9] еңбектерін атаған жөн сыйақты. Функционалдық анализдің ұғымдарымен [10]–[13], ал шекаралық есептердің спектралдік мәселелерімен [14]–[23], еңбектерде танысуға болады.

Бұл еңбек [4] еңбектің жалғасы іспетті, және оның нәтижелеріне сүйенеді, көпке мәлім, жылу теңдеуінің аргументін ауытқысақ не болады деген сұраққа жауап береді. Бұл сәтте дискретті спектр пайда болады екен, және бұл есептің ерекшелігі болса керек.

Ω – дегеніміз $AB: 0 \leq t \leq T, x = 0; BC: 0 \leq x \leq l, t = T; CD: 0 \leq t \leq T, x = l; DA: 0 \leq x \leq l, y = 0$ кесінділерінен тұрғызылған тіктөртбұрыш болсын. $C^{1,2}(\Omega)$ – дегеніміз Ω

аймағында t бойынша бір рет, ал x бойынша екі рет үздіксіз дифференциалданатын функциялар жиыны болсын. Бұл Ω -аймағының шекарасы $\Gamma = AB \cup AD \cup CD$ жиынын айталық.

Жартылай бекіген есеп. $L^2(\Omega)$ кеңістігінің кез келген $f(x, t) \in L^2(\Omega)$ элементі үшін мына,

$$u|_{t=0} = u|_{x=0} = u_x|_{x=l} = 0; \quad (1)$$

шекаралық шарттарды қанағаттандыратын

$$Lu = u_t(x, T-t) + u_{xx}(x, t) = f(x, t) \quad (2)$$

теңдеуінің шешуін табу керек, мұндағы $f(x, t)$ белгілі функция, ал $u(x, t)$ белгісіз функция.

2. Зерттеу әдістері

Жоғарыдағы (3)-(4) спектралді есепке айнымалыларды ажырату әдісін қолданамыз, нәтижесінде Штурм-Лиувилдің жартылай бекіген есебі мен аргументі ауытқыған Кошидің есебін аламыз. Бірінші есептің шешімі көпшілікке мәлім, ал екінші есеп егжей-тегжейлі [4] еңбекте зерттелген, сондықтан тек алынған нәтижелерді тұжырымдаумен шектелеміз.

3. Алынған нәтижелер

Теорема 1. Мына,

$$Lu = u_t(x, T-t) + u_{xx}(x, t) = f(x, t)$$

$$u|_{t=0} = u|_{x=0} = u_x|_{x=l} = 0.$$

шекаралық есептің бірегей шешімі болуы үшін

$$\frac{\pi T}{l^2} \neq \frac{2n + \frac{1}{2}}{(2m + 1)^2}, \quad m, n = 0, 1, 2, \dots \quad (3)$$

шарты орындалуы қажетті, ал шешімінің бар болуы үшін, мына,

$$\sum_{m=0}^{\infty} \sum_{n=0}^{\infty} \left| \frac{(f, u_{mn})}{\lambda_{mn}} \right|^2 < +\infty \quad (4)$$

шарт жеткілікті, осы шарттар орындалған сәтте бірегей шешім, мынадай,

$$u(x, t) = \sum_{m=0}^{\infty} \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(f, u_{mn})}{\lambda_{mn}} \cdot u_{mn}(x, t) \quad (5)$$

болады, мұндағы,

$$\lambda_{mn} = (-1)^n \left(n + \frac{1}{2} \right) \frac{\pi}{T} - \left(m + \frac{1}{2} \right)^2 \frac{\pi^2}{l^2}, \quad m, n = 0, 1, 2, \dots \quad (33)$$

$$u_{mn}(x, t) = \frac{2}{\sqrt{Tl}} \cdot \sin \left(m + \frac{1}{2} \right) \frac{\pi x}{l} \cdot \sin \left(n + \frac{1}{2} \right) \frac{\pi t}{T}, \quad n, m = 0, 1, 2, \dots \quad (6)$$

Теорема 2. Мына,

$$Lu = u_t(x, T-t) + u_{xx}(x, t),$$

$$u|_{t=0} = u|_{x=0} = u_x|_{x=l} = 0$$

оператордың қабындысы \bar{L} жалқы оператор, яғни $(\bar{L})^* = \bar{L}$.

Жоғарыдағы 1 және 2 теоремаларынан, келесі, теорема туындайды

Теорема 3. Егер $\forall m, n = 0, 1, 2, \dots$ үшін

$$\frac{\pi T}{l^2} \neq \frac{2n + \frac{1}{2}}{(2m + 1)^2},$$

болса, онда \bar{L}^{-1} -кері операторы бар, және ол жалқы оператор.

4. Талқылау

Аргументті ауытқыту нәтижесінде спектр пайда болды, сондықтан сызықтық операторлардың спектралдік теориясын қолдануға мүмкіндік болды. Оператор мен оның қабындысының спектрі әртүрлі болары белгілі, бірақ біз оншалықты терең бойламадық.

ӘДЕБИЕТ

- [1] Мышкис А.Д. Линейные дифференциальные уравнения с запаздывающим аргументом М. -1972. - 352 с.
- [2] Эльсгольц Л.Э., Норкин С.Б. Введение в теорию дифференциальных уравнений с отклоняющимся аргументом М.- 1971.- 296 с.
- [3] Норкин С.Б. Дифференциальные уравнения с запаздывающим аргументом М. -1965.- 356 с.
- [4] Кальменов Т.Ш. Ахметова С. Шалданбаев А.Ш. К спектральной теории уравнений с отклоняющимся аргументом // Математический журнал, Алматы.- 2004.- Т. 4, № 3. - С. 41-48.
- [5] Ибраимкулов А.М. О спектральных свойствах краевой задачи для уравнения с отклоняющимся аргументом // Известия АН.Каз.ССР, сер.физ.-мат.- 1988.- № 3.- С. 22-25.
- [6] T. Sh. Kal'menov, and A. Sh. Shaldanbaev, On a criterion of solvability of the inverse problem of heat conduction, Journal of Inverse and Ill-Posed Problems 18, 352-369 (2010).
- [7] I. Orazov, A. Shaldanbayev, and M. Shomanbayeva, About the Nature of the Spectrum of the Periodic Problem for the Heat Equation with a Deviating Argument, Abstract and Applied Analysis, Volume 2013 (2013), Article ID 128363, 6 pages, <http://dx.doi.org/10.1155/2013/128363>
- [8] Шалданбаев А.Ш. Спектральные разложения корректных-некорректных начально краевых задач для некоторых классов дифференциальных уравнений.- Монография. 193с, LAP LAMBERT Academic Publishing. <http://dnb.d-nb.de>. Email:info@lap-publishing.com,Saarbrucken 2011,Germanu.
- [9] Т.Ш. Калменов. Краевые задачи для линейных уравнений в частных производных гиперболического типа, Шымкент.:Фылым, 1993.-327 б.
- [10] Г.Е. Шилов. Математический анализ. Специальный курс.: Физмат, 1960.
- [11] Г. Вейль. Избранные труды, Наука, 1984. -510с.
- [12] М. Рид , Б. Саймон. Методы современной математической физики,М.: Мир, 1977, 278-285 б.
- [13] У. Рудин. Функциональный анализ,М.: Мир, 1975. -443 б.
- [14] G.D. Birkhoff. One the asymptotic character of the solutions of certain. Linear differential equations containing a parametr, Trans, Amer. Math. Soc 9. (1908). Стр 219-231.
- [15] Я.Д. Тамаркин. О некоторых общих задачах теории обыкновенных линейных дифференциальных уравнений. П.Г. тип. М.П. Фроловой 1917.
- [16] F.Browder . On the eigenfunction and eigenvalues on the general. Linear. Miptic differential operators, Proc,Nat. Acad. ScUSA, t . 39 (1953) 433-439.
- [17] T.Carleman. Uber die asymptotische Verelung der ligenwerte partiller. Differen tialgleichungen Ber. Sachs Akad. Wiss .zu Leipzig. Math. Phus, klass 88(1936) 119-134.
- [18] М.В. Келдыш. О собственных значениях и собственных функциях некоторых классов несамосоряженных уравнений, ДАН СССР, 1951. том LXXVII, № 1. с.11-14.
- [19] М.А. Наймарк. Линейные дифференциальные операторы, II –ое издание, М: Наука, 1969,526 с.
- [20] В.А. Марченко. Операторы Штурма Лиувилля и их приложения,Киев: Наукова думка, 1977,329 с.
- [21] Н.И. Ахизер, Н.М. Глазман. Теория линейных операторов в гильбертовом пространстве ,М.: Наука, 1966, 543с.
- [22] Б.М. Левитан, И.С. Саргсян. Введение в спектральную теорию,М.: Наука ,1970, 67 с.
- [23] М.О. Отелбаев. Оценки спектра оператора Штурма-Лиувилля, Алма-ата, Фылым, 1990, с.187.

REFERENCES

- [1] Myshkis A.D. Linejnye differencial'nye uravnenija s zapazdyvajushhim argumentom М. -1972. - 352 s.
- [2] Jel'sgol'c L.Je., Norkin S.B. Vvedenie v teoriju differencial'nyh uravnenij s otklonjajushhimsja argumentom М.- 1971.- 296 s.
- [3] Norkin S.B. Differencial'nye uravnenija s zapazdyvajushhim argumentom М. -1965.- 356 s.
- [4] Kal'menov T.Sh. Ahmetova S. Shaldanbaev A.Sh. K spektral'noj teorii uravnenij s otklonjajushhimsja argumentom // Matematicheskij zhurnal, Almaty.- 2004.- Т. 4, № 3. - S. 41-48.
- [5] Ibraimkulov A.M. O spektral'nyh svojstvah kraevoj zadachi dlja uravnenija s otklonjajushhimsja argumentom // Izvestija AN.Kaz.SSR, ser.fiz.-mat.- 1988.- № 3.- S. 22-25.
- [6] T. Sh. Kal'menov, and A. Sh. Shaldanbaev, On a criterion of solvability of the inverse problem of heat conduction, Journal of Inverse and Ill-Posed Problems 18, 352-369 (2010).
- [7] I. Orazov, A. Shaldanbayev, and M. Shomanbayeva, About the Nature of the Spectrum of the Periodic Problem for the Heat Equation with a Deviating Argument, Abstract and Applied Analysis, Volume 2013 (2013), Article ID 128363, 6 pages, <http://dx.doi.org/10.1155/2013/128363>
- [8] Shaldanbaev A.Sh. Spektral'nye razlozhenija korrektnyh-nekorrektnyh nachal'no kraevyh zadach dlja nekotoryh klassov differencial'nyh uravnenij.- Monografija. 193с,LAP LAMBERT Academic Publishing. <http://dnb.d-nb.de>. Email:info@lap-publishing.com,Saarbrucken 2011,Germanu.

- [10] T.Sh. Kalmenov Kraevye zadachi dlja linejnyh uravnenij v chastnyh proizvodnyh giperbolicheskogo tipa.- Shymkent.:Fylym, 1993.-327 b.
- [11] G.E. Shilov Matematicheskij analiz. Special'nyj kurs.: Fizmat, 1960.
- [12] G. Vejl' Izbrannye trudy, Nauka, 1984. -510s.
- [13] M. Rid , B. Sajmon Metody sovremennoj matematicheskoj fiziki.-M.: Mir, 1977.- 278-285 b.
- [14] U. Rudin Funkcional'nyj analiz. –M.: Mir, 1975. -443 b.
- [15] G.D. Birkhoff. One the asymptotic character of the sotutions of certain. Linear differntiol equations containing a parametr, Trans, Amer. Math. Soc 9. (1908). Str 219-231.
- [16] Ja.D. Tamarkin. O nekotoryh obshhih zadachph teorija obyknovennyh linejnyh differencial'nyh uravnenij. P.G. tip. M.P. Frolovoj 1917.
- [17] F.Browder . On the eigenfunction and eigenvalues on the general. Linear. Miptic differential operators, Proc,Nat. Acad. ScUSA, t . 39 (1953) 433-439.
- [18] T.Carleman. Uber die asymptotische Verelung der ligenwerte partiller. Differen tialgleichungen Ber. Sachs Akad. Wiss .zu Leipzig. Math. Phus, klass 88(1936) 119-134.
- [19] 18 M.V. Keldysh. O sobstvennyh znachenijah i sobstvennyh funkcijah nekotoryh klassov neasmosorjazhennyh uravnenij II DAI SSSR, 1951. tom LXXVII, № 1. CII-14.
- [20] M.A. Najmark. Linejnye, differencial'noe operatory II –oe izdanie –M: Nauka 1969-526s.
- [21] V.A. Marchenko. Operatory Shturma-Liuvillja i ih prilozhenija-kiev: Naukova dumka. 1977-329s.
- [22] N.I. Ahiezer N.M. Glazman. Teorija linejnyh operatorov v gilbertovom prostranstve –M. Nauka 1966. 543s.
- [23] B.M. Levitan, I.S. Sargsjan. Vvedenie v spektral'nuju teoriju. M. Nauka .1970. 670s.
- [24] M.O. Otelbaev. Ocenki spektra operatora Shturma-Liuvillja. Alma-ata. Fylym 1990g. S187.

УДК 517.9

О сильной разрешимости полужакрепленной задачи уравнения теплопроводности с отклоняющимся аргументом

Сапрыгина М.Б., Шалданбаев А.Ш., Оразов И.О.

Южно-Казахстанский государственный университет им.М.Ауезова,г.Шымкент

Ключевые слова: уравнение теплопроводности,собственные функций,присоединенные функций,отклоняющиеся аргумент.

Аннотация. В настоящей работе,методом разделения переменных и спектральной теории уравнения с отклоняющимся аргументом, показана сильная разрешимость полужакрепленной задачи уравнения теплопроводности с отклоняющимся аргументом. Отклонение из класса Карлемана.

Авторы:

Сапрыгина М.Б.– к.ф.-м.н.,старший преподаватель кафедры «Информатики и математики» Южно-Казахстанской государственной фармацевтической академии,г. Шымкент.

Шалданбаев Амир Шалданбаевич – д.ф.-м.н.,профессор кафедры «Математические методы и моделирование» Южно-Казахстанского государственного университета им. М.Ауезова, г. Шымкент.

Оразов И.О – к.ф.-м.н.,профессор кафедры «Информатики» Южно-Казахстанского государственного университета им. М.Ауезова, г. Шымкент.

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

PHYSICO-MATHEMATICAL SERIES

ISSN 1991-346X

Volume 6, Number 304 (2015), 138 – 143

UDK 373.1.02

**INTELLECTUAL DEVELOPMENT OF PUPILS' PERSONALITIES
IN THE CONDITIONS OF EDUCATION INFORMATION**

Yessengabylov I.Zh., A.O.Aldabergenova, Zh.Suleymen

ИIAS_E@mail.ru

The Republic of Kazakhstan, Taldykorgan, Zhetysu State University named after I. Zhansugurov 0400009,
Zhansugurov street 187A,

Key words: information, information-communication technologies, intellectual development, computer graphics and animation.

Abstract. In an information society as opposed to the industrial one knowledge and intellect are produced and consumed. The main type of created products is an information product; erudition and intelligence are included into national riches.

In the article necessity of intellectual development of pupils' personalities in the conditions of society information has been substantiated, didactic potential of information-communication technologies in development of intellectual abilities of schoolchildren has been discovered.

On the basis of the analysis of the relevant information the conclusion was that intellectual skills are determined by the following components: ability to analyze, ability to select the main thing and the second, ability to systematize and classify, associativity of thinking, ability to generate ideas and to suggest hypotheses, criticality of thinking, development of reflexion, stability of attention, ability to use attention, developed imagination.

In the course of the work we have made the analysis of didactic potential of information-communication technologies and have been determined the main blocks of the above- mentioned technologies, which use in pedagogical process is the purpose of increase of intellectual development of pupils' personalities.

ӘОЖ 373.1.02

**ОҚУШЫЛАРДЫҢ ЖЕКЕ БАСЫНЫҢ ИНТЕЛЛЕКТУАЛДЫ ДАМУЫНА
АҚПАРАТТЫҚ-КОММУНИКАЦИЯЛЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАРДЫҢ ӘСЕРІ**

І.Ж.Есенғабұлов, А.О.Алдабергенова, Ж.Сүлеймен

ИIAS_E@mail.ru

Қазақстан Республикасы, Талдықорған қаласы, І.Жансүгіров атындағы Жетісу мемлекеттік
университеті

Кілттік сөздер: ақпараттандыру, ақпараттық-коммуникациялық технологиялар, интеллектуалды даму, компьютерлік графика, анимация.

Аннотация. Мақалада қоғамды ақпараттандыру жағдайындағы оқушының жеке басын интеллектуалды дамытудың қажеттілігі негізделеді, оқушылардың интеллектуалдық ерекшеліктерін дамытудағы ақпараттық-коммуникациялық технологиялардың дидактикалық потенциалы анықталады.

Әдебиет беттеріндегі сәйкес мәліметтерді талдау негізінде интеллектуалдық біліктіліктер келесі компоненттер бойынша анықталатындығы туралы қорытынды жасалған, олар: талдау жасауға деген қабілеттілік, басты мәселе мен көмекші мәселені ажырата білу қабілеттілігі, жүйелеу мен жіктеуге қабілеттілік, ойлаудың ассоциативтілігі, идеяларды ойлап табу мен гипотезаларды ұсыну, ойлаудағы сыншылдық, рефлексияның дамуы. Зейіннің орынықтылығы, оны бөле білу қабілеттілігі, ойлаудың

дамытылғандығы. Сондай-ақ, өндірілетін өнімдердің негізгісі - ұлттық байлықтың үлесіне енетін ақпараттық өнім, білімділік және интеллект болып табылатындығы баяндалған.

Зерттеу нәтижесінде оқушылардың интеллектуалдық қасиеттерін ақпараттық-коммуникациялық технологиялар көмегімен дамыту білім, біліктілік, жеке сипаттамалары жеке білім алу түрінде болатындығы және ол кезде жеке бастың шығармашылығын дамытуға арналған тиімді жағдайлар туындайтындығы және берілген мазмұндағы білімді игеретін ғана емес, оны әртүрлі қырларынан қарайтын сапамен сипатталатындығы, теориялық және практикалық есептердің шешулерін іздеу кезінде гипотезаларды ұсына білетіндігі, оларға сын көзбен қарауды, басқа қатысушылардың гипотезаларын талдау мен дамыта білуді қамтамасыз ететіндігі анықталды.

Кіріспе. Қазақстан Республикасының Президенті Н.Ә.Назарбаевтың «Қазақстанның бәсекеге ең қабілетті деген 50 елдің қатарына кіру стратегиясы. Қазақстан өз дамуындағы жаңа серпіліс табалдырығында» деген жолдауында қоғамды ақпараттандыру ұлттық экономиканың бәсекеге қабілеттілігін қалыптастырудың өте маңызды механизмі ретінде негізделген.

Қоғамды ақпараттандыру электрондық үкімет құруға; ашық ақпараттық-коммуникациялық жүйелерді құруға; ақпараттандыру жүйелері мен құралдарын стандартизациялау мен сертификаттауға; жергілікті және ауқымды желілірге қол жетімділігін қамтамасыз етуге; цифрлық өрісте мемлекеттік тілді қолдану аясын кеңейтуге, мемлекеттік ресурстардың қауіпсіздігі мен оны қорғауды қамтамасыз етуге бағытталған Ұлттық ақпараттық инфрокұрылым концепциясы арнасында орындалады.

Қазақстан Республикасының Білім туралы заңында: «Білім беру жүйесінің басты міндеттерінің бірі - білім беру бағдарламаларын меңгеру үшін жағдайлар жасау керек»- деп көрсетілген. Солардың бірі білім беруді ақпараттандыру барысында дидактикалық және оқыту құралы болып компьютер саналады.

Ақпараттық қоғамның негізгі талабы - оқушыларға ақпараттық білім негіздерін беру, логикалық - құрылымдық ойлау қабілеттерін дамыту, ақпараттық технологияны өзіндік даму мен оны іске асыру құралы ретінде пайдалану дағдыларын қалыптастырып, ақпараттық қоғамға бейімдеу.

Олай болса, ақпараттық бірліктердің білімге айналуы әлемнің жүйелік- ақпараттық бейнесін оқушылардың шығармашылық қабілеттері мен құндылық бағдарларын дамыту арқылы қалыптастыруды көздейтін, адамның дүниетанымының құрамдас бөлігі болып табылатын интеллектуалды дамуды қалыптастырудың бір жолы.

Ақпараттық бірлікті қалыптастыру: мектептің материалдық -техникалық базасына; ақпараттық қоғам саясатының мақсаты мен міндеттеріне; оқушылардың ақпараттық мәдениетін қалыптастыру жүйесіне; оқушылардың жас ерекшеліктері мен меңгеру қабілеттеріне, педагог мамандардың информатикадан білім деңгейлерінің сапасы мен шеберліктеріне, оқу - тәрбие бағытының ақпараттық қоғам бағытымен өзара байланысына тәуелді.

Дербес компьютерлердің адамдар іс-әрекетіндегі құрал ретіндегі және жаңа оқу құралы ретіндегі негізгі ерекшеліктері [1], [2], [3], [4], [5], [6], [7], [8], [9], [10], [11], [12], [13], [14] еңбектерінде көрсетілген. Аталған еңбектерді талдау компьютердің келесі ерекшеліктерін атап көрсетуге мүмкіндік береді:

- көлемі шектелмеген ақпаратқа және оны аналитикалық түрде өңдеуге қол жеткізуді қамтамасыз етеді:

- адамның танымдық-зерттеу іс-әрекетінде әмбебап құрал ретінде пайдаланылады;

- психикалық іс-әрекет өнімдерін бекітудің жаңа белсенді формасын қамтамасыз етеді, білімнің жеке аспектілерін талдау сияқты түрлендірулерді дербес түрде автоматтандырады және оны толыққанды түрде орындайды, қолда бар мәліметтермен салыстырады, белгілі бір саланы жаңа ақпаратпен толықтырады, сонымен қатар, практикалық іс-әрекеттерді ұйымдастыруда пайдаланылады;

- әдеттегі жазбалардан кейінгі екінші саптағы мәні бар белгілі құрал болып табылады, оның көмегімен орындалатын іс- әрекеттің мазмұны бойынша жедел түрде ақпарат алмасуға болады;

- адамдар іс- әрекетіндегі қолданылатын саймандар мен құралдардың арасындағы байланыстарды орнату негізінде мағыналы заттық- бағыттық орта ретіндегі ерекшеліктері болады.

Ақпараттық қоғамда индустриалдықтан бөлек интеллект, білім өндіріледі және қолданылады. Өндірілетін өнімдердің негізгісі болып ақпараттық өнім, білімділік және интеллект саналады және олар ұлттық байлықтың үлесіне енеді. Сәйкес түрде ақпараттық қоғамдағы өмір социум мүшелерінен жоғары интеллектуалдық деңгейді жеке бастың ақпараттық мәдениеттілігін, өсіп келе жатқан ұрпақтың шығармашылық белсенділігін талап етеді. Бұл мәселені шешу интеллект пен шығармашылық мәселелеріне қазіргі замандағы теориялық әдістерге негізделген интеллектуалды дамудың нәтижелі технологияларын жасауға әкеледі.

Сәйкес түрдегі әдебиеттерді талдау негізінде біз интеллектуалдық біліктіліктер келесі компоненттермен анықталады деген қорытындыға келдік, олар: талдау жасауға деген қабілеттілік, басты мәселе мен көмекші мәселені ажырата білу қабілеттілігі, жүйелеу мен жіктеуге қабілеттілік, ойлаудың ассоциативтілігі; идеяларды ойлап табу мен гипотезаларды ұсыну, ойлаудағы сыншылдық, зейіннің орнықтылығы, оны бөле білу қабілеттілігі, ойлаудың дамытылғандығы [15].

Зерттеу әдістері. Қазіргі заманда оқыту іс-әрекетінде оқушының жеке басын интеллектуалды дамытуды ойдағыдай іске асыру үшін қазіргі замандағы оқыту құралдары мен әдістерін іздестіру қажет. Қазақстандағы оқу орындарының тәжірибесі көрсетіп отырғандай, өте үлкен әмбебап мүмкіндіктері бар ақпараттық–коммуникациялық технологияларды пайдалану осындай құралдардың бірі болып саналады. Одан бөлек, қазіргі замандағы ақпараттық–коммуникациялық технологиялардың дамуы нәтижесінде «адам және компьютер» жүйесі тек қана мамандарға қатысты есем, қоғамның барлық мүшелерін қамтитын проблемаға тез айналды, сондықтан адам мен компьютердің өзара қатынасы білім берумен ұштастырылуы керек. Мұны неғұрлым ерте бастасақ, соғұрлым біздің қоғамымыз тез дами бастайды, себебі қазіргі замандағы қоғам компьютермен жұмыс істей білуді талап етеді. Осыған байланысты Қазақстанда информатиканы оқыту 5 сыныптан басталады, ал төменгі сыныптарда пропедевтикалық жұмыстар жүргізіледі, себебі ақпараттық–коммуникациялық технологиялардың өте зор педагогикалық және дидактикалық потенциалы бар [16].

Жаңа ақпараттық технологияны адамзат қызметінің барлық саласына енгізу ақпараттық қоғамның басты көрінісі болып отыр. Компьютерлік техниканы үздіксіз білім беру жүйесінде пайдалану оқытудың педагогикалық технологиясы, ақпараттық технологиясы, компьютерлік технологиясының туындауына себеп болды [17].

Оқу процесін жаңа техникалық құралдарды пайдаланып әдеттегідей ұйымдастырғанда оқушы «түсіндірмелерді тыңдайтын ғана жағдайды» сақтайды, ал оқыту процесінде компьютерді пайдаланғанда «оқу белсенді түрде жүргізіледі және оны оқушы өзі бағыттайды» [18]. Бұл кезде оқу процесінде жекелеген мәнді мақсаттарға жету орындалады, ал алынған білімдер, Қазақстан мұғалімдерінің тәжірибесі көрсетіп отырғандай, оқушылардың интеллектілерінің дамуына жағдай тудырады.

Зерттеу нәтижелері. Біздің эксперименттік зерттеулеріміз көрсетіп отырғандай оқушылардың интеллектуалдық қасиеттерін ақпараттық–коммуникациялық технологиялар көмегімен дамыту білім, біліктілік, жеке сипаттамалары жеке білім алу түрінде болады және ол кезде жеке бастың шығармашылығын дамытуға арналған тиімді жағдайлар туындайды және берілген мазмұндағы білімді игеретін ғана емес, оны әртүрлі қырларынан қарайтын сапамен сипатталады, теориялық және практикалық есептердің шешулерін іздеу кезінде гипотезаларды ұсына білуді, оларға сын көзімен қарауды, басқа қатысушылардың гипотезаларын талдау мен дамыта білуді қамтамасыз етеді, ал олар қазіргі замандағы қажетті сапа болып табылады.

Еңбектеріне көптеген психологтар мен педагогтар, гуманистік педагогиканың жақтаушылары назар аударған Д.Дьюн оқушылардың интеллектуалдық қабілеттерін дамытудың маңызына, жеке ойлауды қалыптастыруға арнайы түрде назар аудара келіп, мәселе тек қана білімді игеру қажеттілігінде емес, ол білімдерді игеру үшін іс-әрекетті ұйымдастыруда екенін атап көрсетті [19, 306].

Қазіргі замандағы білімнің әртүрлі аймақтарындағы ақпарат ағындары соншалықты көп және соншалықты тез өседі, сондықтан қазіргі замандағы адам өзіне қажетті фактілерді есіне ұстай алмайды. Өз мамандығы шеңберіндегі фундаменталды білімдерден бөлек, ол өзінің іс-әрекетіндегі тар аймақта ғана емес, ақпаратпен іргелес аймақтарда да жұмыс істей білуі қажет, өйткені көптеген мәселелердің шешуі пәндік аймақтардың түйіндесуінде болады. Осыған байланысты, ақпаратпен жұмыс істей білу кез-келген кәсіптік және жай ғана мәдениеттілік құзіреттілігінің негізінде

жататын кілттік интеллектуалдық біліктілік болып табылады. Сондықтан қазіргі білім беру жүйесіндегі кілттік мәселе осындай біліктілікті қалыптастыру болуы тиіс. Көптеген кәсіптік іс-әрекет түрлеріндегі визуалды ақпарат шешім қабылдауда жалғыз деп есептегендей емес, негізгі болып саналады.

Қазіргі замандағы оқыту процесінің объективті шындығы болып табылатын ақпараттық – коммуникациялық технологиялар оқушылардың оқу-зерттеу іс-әрекетіне органикалық түрде еніп қана қоймай проблемалық оқыту мен шығармашылық іс-әрекеттің арнайы әдістерін оқытуды ұйымдастыруда пайдаланылуы да мүмкін, ал ол нәтижесінде оқушылардың жеке бастарының интеллектуалды түрде дамуына әсер етеді. Мысалы компьютерлік графика мен анимацияларды пайдалану оқушыларға оқу эксперименттік-зерттеу жұмыстарын жүргізуге, әртүрлі құбылыстар мен процестерді зерттеуді ғылыми түрде өз бетімен жүргізуге жағдай тудырады. Жасанды интеллект жүйелерінің программалық өнімдердегі мүмкіндіктерін оқытуда іске асыру өзін-өзі бақылау мүмкіндіктерін, әр оқушыға жеке, дифференциалды түрде жүргізу негізінен іске асыру тестілеу, бақылаудың диагностикалық әдістерін және интеллектуалды даму деңгейін бағалауды жетілдіруге мүмкіндік береді [20].

Нәтижелерді талдау. Қазақстандағы Ұлттық ақпараттандыру орталығында жасалған технологияның мазмұны, «горизонталь байыту» типі негізінде модельдеу, оның мәні әдеттегі мектептегі білім беру мазмұнынан сапалы түрде ерекшеленетін және оқушылардың интеллектуалды дамуына тікелей бағытталған әдеттегі оқу жоспарын арнайы курстармен толықтыру болып саналады.

Ол интеллекті бүтіндей көрсетеді және интеллектің дамуының жекелеген аспектілерін: когнитивтілікті, ақпараттылықты және шығармашылықты жинақтайды және сәйкес түрде үш негізгі бағытты қамтиды:

- Когнитивті сызық баланың когнитивті тәжірибесін байытуды интеллект дамуының негізі ретінде қарастырады.

- Ақпараттық сызық әлемнің ақпараттық суретін қалыптастыруға және ақпараттық процестермен танысуға, таным әдістерін игеруге бағытталған, сонымен бірге алдымен метакогнитивті тәжірибені дамытуды қамтамасыз етеді.

- Шығармашылық сызық креативті ойлануға қабілеттілікті дамытуға бағытталған, сонымен бірге стандарт емес жағдайларда, анықталмағандық жағдайларында интеллектің көріністерін жетілдіруге жағдай жасайды.

Жасалған программалық материал жалпы білім беру мазмұнымен табысты түрде үйлеседі, оны қайталамайды және мектепте білім берудің кез- келген программасымен параллель пайдаланыла алады.

Қорытынды. Қорытындылай келе, ақпараттық–коммуникациялық технологиялардың дидактикалық потенциалын талдау нәтижесінде біз оқушының интеллектуалдық дамуы мақсатында педагогикалық процесте пайдаланылатын осы технологиялардың негізгі блоктарын анықтадық:

- ақпаратты тиімді түрде өңдеудің жалпы әдістерін зерттеу мен пайдалану;
- жалпы түрде бағытталған (мәтіндік және графиктік редакторларды, кестелік процессорларды, мәліметтер базасын басқару жүйелерін) программаларды пайдалану;
- телекоммуникациялық программалық қамтамасыздандыруды пайдалану;
- ақпаратты өңдеудің жаңа субъективті рационалды әдістерін құрастыруға арналған (жекелеген заттарды зерттеуде қолданылатын инструменталды орталарды, мультимедиялық өнімдерді) арнайы мақсаттағы программаларды пайдалану. Біздің ойымызша, ақпараттық – коммуникациялық технологияларды арнайы мақсаттағы программаларды (программалау технологиясын оқу және пайдалану) пайдаланғанда және ақпаратты тиімді түрде өңдейтін жалпы әдістерді, оның ішінде-эвристикалық есептерді шешу әдістерін қолданғанда пайдалану тиімді болып табылады.

ӘДЕБИЕТ

[1] Ершов А.П. Компьютеризация школы и математическое образование //Математика в школе. -1989, №1-с. 5-25.

- [2] Гершунский Б.С. Компьютеризация в сфере образования: проблемы и перспективы.-М.; Педагогика; 1987-Б.264.
- [3] Вильямс Р., Маклин К. Компьютеры в школе // Пер.с англ. Общ.ред.и выступ.ст. В.В.Рубцова.-М.: Прогресс, 1988-Б.336.
- [4] Замогилина Л.В., Огурцова Е.Ю. Применение ЭВМ для корректировки процесса обучения студентов математика-технологического факультета // Общепедагогические проблемы образовательного процесса в высшей школе. // Тезисы докладов межвузовской конференции.-Рязань: Издательство РГУ, 1996-Б.163-167
- [5] Моргунов Е.Б. Человеческие факторы в компьютерных системах // -М.: Тривола, 1994-Б.272.
- [6] Немцев А.А. Компьютерные модели и вычислительный эксперимент в школьном курсе физики: дисс... канд. пед.наук.-СПб, 1992-Б.188.
- [7] Огурцова Е.Ю. Персональный компьютер и творческая деятельность учащихся // Народная художественная культура и образование: Материалы Всероссийской научно-практической конференции.-Шуя: Издательство ШГПИ, 1997-Б.141-146.
- [8] Огурцова Е.Ю. Персональный компьютер как средство формирования элементарных математических представлений у младших школьников // Содержание и формы работы педагогических вузов по начальному (дошкольному и школьному) образованию молодежи в современных условиях // Тезисы международной научно-технической конференции.-Самара, 1996-Б.75-79.
- [9] Огурцова Е.Ю. Персональный компьютер на внеклассных занятиях по математике // М., 1996-Б.16.-Ден в ИТОП РАО, №130-96.
- [10] Семенов А.Л. Образование, информатика, компьютеры // Информатика и образование.-1995, №5-Б.6-11.
- [11] Скобелев Г.Н. Компьютер и школьная лекция // Математика в школе.-1990, №5-Б.14-18.
- [12] Смыковская Т.К. Развитие творчества младших школьников в обучении с применением компьютеров // Диссертация кандидата пед.наук.-Волгоград., 1994-Б.157.
- [13] Хантер Б. Мои ученики работают на компьютерах // КН для учителя: Пер. с англ.-М.: Просвещение, 1989-Б.224.
- [14] Христочевский С.А. Компьютер в российских школах // Компьютер пресс.-1995, №8-Б.8-14.
- [15] Марголис А.А. Развитие учебно-познавательных действий школьников в условиях использования компьютерных средств: дисс... канд. пед.наук.-М., 1990-Б.205.
- [16] Использование современных информационных и коммуникационных технологий в образовательном процессе: Учебно-методический комплект для системы педагогического образования // Под общ. ред. А.М. Семибратова. - М.: АПК и ПРО, 2004-Б.200.
- [17] Қарав Ж.А. Активизация познавательной деятельности учащихся в условиях применения компьютерной технологии обучения: дисс...док.пед.наук.-Алматы, 1995.-Б.314.
- [18] Пейперт С. Переворот в сознании: дети, компьютеры и плодотворные идеи.- М.: Педагогика, 1989-220 с.
- [19] Дьюи Д. Психология и педагогика мышления.- М.: Совершенство,1999-217с.
- [20] Баймұханов Б.Б., Использование информационно-коммуникационных технологий в образовании., «Ұлт тағлымы», Алматы, 2012.-№1-Б.226-229.

REFERENCES

- [1] Yershov A.P. Computerization of schools and mathematical education //Mathematics at school.-1989, No.1- P.5-25.
- [2] Gershunsky B.S. Computerization in education: problems and prospects. - M: Pedagogika; 1987- P.264.
- [3] Williams R., McLean K. Computers at school//Translation from English General Editorship and article Rubtsova V.V. - M.: Progress, 1988 - P.336.
- [4] Zamogilnova L.V., Ogurtsova E.Yu. Using of computers for correcting teaching process of students of mathematical-technological faculty //General-pedagogical problems of educational process at higher school//Theses of reports of interuniversity conference. - Ryazan: RSU publishing house, 1996-P.163-167
- [5] Morgunov E.B. Human factors in computer systems//.-M.: Trivola, 1994-P.272.
- [6] Nemtsev A.A. Computer models and computing experiment in school physics course: Dissertation of candidate of pedagogical science. – Saint Petersburg, 1992-P. 188.
- [7] Ogurtsova E.Yu. Personal computer and creative activity of pupils//National art culture and education: Materials of the All-Russian Scientific Practical Conference. - Shuya: ShGPI publishing house, 1997-P.141-146.
- [8] Ogurtsova E.Yu. Personal computer as the way of forming elementary mathematical concepts at younger school children//Contents and forms of work of pedagogical higher education institutions in primary (preschool and school) education of youth in modern conditions//Theses of International Scientific and Technical Conference. - Samara, 1996-P.75-79.
- [9] Ogurtsova E.Yu. Personal computer on out-of-class mathematics lessons //M., 1996-P.16.-No. 130-96.
- [10] Semyonov A.L. Education, informatics, computers //Informatics and education.-1995, No.5 - P.6-11.
- [11] Skobelev G. N. Computer and school lecture//Mathematics at school.-1990, No. 5-P.14-18.
- [12] Smykovskaya T.K. Development of creativity of younger school children in teaching with use of computers//Dissertation of candidate of pedagogical science. - Volgograd., 1994-P.157.
- [13] Hunter B. My pupils work at computers/KN for teachers: Translation from English - M.: Education, 1989-P.224.
- [14] Khristochevsky S.A. Computer at Russian schools//Computer Press.-1995, No. 8-P.8-14.
- [15] Margolis A.A. Development of educational and informative actions of school children in the conditions of using computer means: Dissertation of candidate of pedagogical science - M, 1990-P.205.

[16] Using modern informational and communicational technologies in educational process: Educational and methodical set for pedagogical education system //Under general editorship of A.M. Semibryatov. - M.: APC and PRO, 2004-P.200.

[17] Karayev Zh.A. Activization of cognitive activity of pupils in the conditions of application of computer teaching technology: Dissertation of Doctor of Science. - Almaty, 1995. - P.314.

[18] Peipert S. Change in mind: children, computers and fruitful ideas. - M.: Pedagogics, 1989 –P. 220.

[19] Dewy D. Psychology and pedagogics of thinking. - M.: Sovershenstvo, 1999- P.217.

[20] Baimukhanov B. B., Use of informational and communicational technologies in education, "Ult taglymy", Almaty, 2012.-№1-P.226-229.

УДК 373.1.02

ВЛИЯНИЕ ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИИ НА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЕ РАЗВИТИЕ ЛИЧНОСТИ УЧАЩИХСЯ

И.Ж.Есенгабылов, А.О.Алдабергенова, Ж.Сулеймен

Республика Казахстан, г. Талдыкорган, Жетысуский государственный университет им. И.Жансугурова
инд.0400009, ул.Жансугурова 187А,
Iias_E@mail.ru

Ключевые слова: информатизация, информационно-коммуникационные технологий, интеллектуальное развитие, компьютерная графика, анимация.

Аннотация. В статье обосновывается необходимость интеллектуального развития личности учащихся в условиях информатизации общества, раскрывается дидактический потенциал информационно-коммуникационных технологий в развитии интеллектуальной способности школьников.

На основе анализа соответствующих литературных данных, сделан вывод что, интеллектуальные умения определяются следующими компонентами: способность к анализу, способность к выделению главного и второстепенного, способность к систематизации и классификации, ассоциативность мышления, способность генерировать идеи и выдвигать гипотезы, критичность мышления, развития рефлексия, устойчивость внимания, способность к его распределению, развитое воображение.

В ходе работы проведен анализ дидактического потенциала информационно-коммуникационных технологий и выделены основные блоки выше указанных технологий, использование которых в педагогическом процессе является целью повышение интеллектуального развития личности учащихся.

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

PHYSICO-MATHEMATICAL SERIES

ISSN 1991-346X

Volume 6, Number 304 (2015), 144 – 149

**THE HYDRODYNAMIC PROBLEM OF FLUID MOTION IN THE
FINAL FORMATION OF A LINEAR FILTRATION COEFFICIENT**

B.S. Hamzina

bolash.kz@mail.ru

Al-Farabi Kazakh National university, Almaty

Key words: modeling, filtration characteristics, reservoir studies, fluids, porosity, translucent.

Abstract. Hydrodynamic modeling of development of deposits is based on use of the mathematical equations received within the solution of a direct problem of an underground hydromechanics and describing process of a filtration in specific conditions.

For the purpose of definition of filtrational characteristics of layer for control and regulation of development conduct hydrodynamic researches of layers and wells which data processing is based on the solution of the return problem of an underground hydromechanics. The underground hydromechanics has extensive areas of the application in other sciences: hydrogeology, engineering geology, hydraulic engineering, etc. In an underground hydromechanics rocks subdivide on permeable and dense. To permeable it is accepted to refer the breeds capable to contain and pass through itself fluids (liquids and gases) at pressure difference creation. Such breeds are called collectors.

Fluids borrow in breed of emptiness (a time, a cavity, a crack), formed at incomplete contact of firm particles from which rock is put. On the origin and on nature of interaction with fluids collectors can be divided into two look: steam and fracture. The most important characteristics of a steam collector are its capacitor properties – porosity and a prosvetnost.

The main characteristics of a fracture collector – density of cracks, a raskrytost of cracks and coefficient of fracture porosity.

**ГИДРОДИНАМИЧЕСКАЯ ЗАДАЧА ДВИЖЕНИЯ ЖИДКОСТИ В КОНЕЧНОМ
ПЛАСТЕ ДЛЯ ЛИНЕЙНОГО КОЭФФИЦИЕНТА ФИЛЬТРАЦИИ**

Б. С. Хамзина

bolash.kz@mail.ru

Казахский национальный университет им. Аль-Фараби

Ключевые слова: моделирование, фильтрационных характеристики, исследования пластов, Флюиды, пористость, просветность.

Аннотация. Гидродинамическое моделирование разработки залежей основано на использовании математических уравнений, полученных в рамках решения прямой задачи подземной гидромеханики и описывающих процесс фильтрации в конкретных условиях.

С целью определения фильтрационных характеристик пласта для контроля и регулирования разработки проводят гидродинамические исследования пластов и скважин, обработка данных которых основана на решении обратной задачи подземной гидромеханики. Подземная гидромеханика имеет обширные области приложения в других науках: гидрогеологии, инженерной геологии, гидротехнике и др. В подземной гидромеханике горные породы подразделяют на проницаемые и плотные. К проницаемым принято относить породы, способные вмещать и пропускать через себя флюиды (жидкости и газы) при создании перепада давления. Такие породы называют коллекторами.

Флюиды занимают в породе пустоты (поры, каверны, трещины), образующиеся при неполном контакте твердых частиц, из которых сложена горная порода. По своему происхождению и по характеру

взаимодействия с флюидами коллекторы можно разделить на два вида: поровые и трещинные. Важнейшими характеристиками порового коллектора являются его емкостные свойства – пористость и просветность.

Основные характеристики трещинного коллектора – густота трещин, раскрытость трещин и коэффициент трещинной пористости.

В конечном пласте в отличие от бесконечных пластов задача кольматационной фильтрации может быть поставлена в двух вариантах (например, для одномерной области) $\Omega\{x: 0 \leq x \leq l\}$:

а) на одной из границ задается скорость фильтрации. Эта задача в принципе не отличается от задач в полубесконечной области;

б) на границах области ($x = 0$ и $x = l$) задаются давления $p_n(t)$ и $p_k(t)$.

Здесь рассмотрим задачу для конечного пласта.

Пусть в первоначально насыщенную однородной жидкостью пористую среду с пористостью ε_0 , длиной l , с $t > 0$ начинает поступать дисперсная жидкость с концентрацией твердых частиц n_0 . Течение флюида происходит под действием градиента давления, создаваемого постоянными давлениями p_n (в $x = 0$) p_k (в $x = l$).

Система уравнений фильтрации дисперсной системы, с учетом отмеченного в одномерном случае, принимается в виде [63]

$$\begin{aligned} \frac{\partial n}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{v(t)n}{\varepsilon} \right) &= \frac{1}{\varepsilon_0} \frac{\partial \varepsilon}{\partial t}, \\ \frac{\partial \varepsilon}{\partial t} &= (\varepsilon_0 - \varepsilon) \omega_1 (|\nabla p| - |\nabla p_c|) - \omega_2 \varepsilon n, \\ v(t) &= K(\varepsilon) (|\nabla p| - |\nabla p_0|). \end{aligned} \quad (2.3.1)$$

Начальные и граничные условия задачи, исходя из постановки, имеют вид

$$\begin{aligned} n(0, x) &= 0, \quad \varepsilon(0, x) = \varepsilon_0, \quad p(t, 0) = p_n, \\ n(t, 0) &= n_0, \quad p(t, l) = p_k, \end{aligned} \quad (2.3.2)$$

При достаточно больших t пористость достигает своего стационарного значения. Последнее определяется из второго уравнения (2.3.1) при $\partial \varepsilon / \partial t = 0$:

$$(\varepsilon_0 - \varepsilon) \omega_1 \left(\frac{p_n - p_k}{l} - |\nabla p_c| \right) - \omega_2 n_0 \varepsilon = 0.$$

Решая последнее уравнение относительно ε , находим

$$\varepsilon_{st} = \frac{\varepsilon_0}{1 + \theta},$$

где

$$\theta = \frac{\omega_2 n_0}{\omega_1 \left(\frac{p_n - p_k}{l} - |\nabla p_c| \right)} = \frac{\omega_2 l n_0}{\omega_1 (p_n - p_k - l |\nabla p_c|)}.$$

Из уравнения неразрывности, используя обобщенный закон Дарси, приходим к

$$\frac{\partial}{\partial x} \left[K(\varepsilon) \left(\frac{\partial p}{\partial x} - \left(\frac{\partial p}{\partial x} \right)_0 \right) \right] = 0,$$

откуда получается уравнение

$$K'(\varepsilon) \frac{\partial \varepsilon}{\partial x} \left(\frac{\partial p}{\partial x} - \left(\frac{\partial p}{\partial x} \right)_0 \right) + K(\varepsilon) \frac{\partial^2 p}{\partial x^2} = 0. \quad (2.3.3)$$

Уравнение (2.3.3) для $K(\varepsilon) = k_0 \varepsilon$ аппроксимируем следующим конечно-разностным уравнением

$$\frac{\varepsilon_i^j - \varepsilon_{i-1}^j}{h} \left(\frac{p_i^{j+1} - p_{i-1}^{j+1}}{h} - |\nabla p_0| \right) + \varepsilon_i^j \frac{p_{i-1}^{j+1} - 2p_i^{j+1} + p_{i+1}^{j+1}}{h^2} = 0. \quad (2.3.4)$$

Разностное уравнение (2.3.4) можно записать в виде

$$Ap_i^{j+1} - Bp_i^{j+1} + Cp_{i+1}^{j+1} = -Y_i, \quad (2.3.5)$$

$$A = \varepsilon_{i-1}^j, B = \varepsilon_{i-1}^j - \varepsilon_i^j, C = \varepsilon_i^j, Y_i = (\varepsilon_i^j - \varepsilon_{i-1}^j) |\nabla p_0| h, \quad i = \overline{1, N-1}, i = \overline{0, J-1}.$$

Условия (2.3.2) аппроксимируем так

$$n_i^0 = 0, \varepsilon_i^0 = \varepsilon_0, p_0^{j+1} = p_n, p_l^{j+1} = p_k, n_0^j = n_0, \quad (2.3.6)$$

$$\varepsilon_0^j = \varepsilon_{st}, p_i^0 = 0, \quad i = \overline{1, I}.$$

Расчетная формула для нахождения пористости имеет вид

$$\varepsilon_i^{j+1} = \varepsilon_i^j + \tau (\varepsilon_0 - \tilde{\varepsilon}_{ij}) \omega_1 \left(\frac{|p_i^{j+1} - p_{i-1}^{j+1}|}{h} - |\nabla p_c| \right) - \omega_2 \tilde{\varepsilon}_{ij} \tilde{n}_{ij}, \quad (2.3.7)$$

где

$$\tilde{\varepsilon}_{ij} = \frac{1}{2} (\varepsilon_{i-1}^j + \varepsilon_i^j), \quad \tilde{n}_{ij} = \frac{1}{2} (n_{i-1}^j + n_i^j).$$

Для определения концентрации аппроксимируем уравнение баланса

$$\frac{n_i^{j+1} - n_i^j}{\tau} + \frac{v_i^{j+1}}{\varepsilon_0} \frac{n_i^{j+1} - n_{i-1}^{j+1}}{h} = \frac{1}{\varepsilon_0} \frac{\varepsilon_i^{j+1} - \varepsilon_i^j}{\tau}, \quad (2.3.8)$$

а из закона Дарси определяем скорость фильтрации

$$v_i^{j+1} = v_i(t_{i+1}) = k_0 \varepsilon_i^{j+1} \left(\frac{|p_i^{j+1} - p_{i-1}^{j+1}|}{h} - |\nabla p_0| \right). \quad (2.3.9)$$

Из (2.3.8) с учетом (2.3.9) можно получить

$$n_i^{j+1} = \frac{1}{1 + a_{ij}} \left[n_i^j + a_{ij} n_{i-1}^{j+1} + \frac{1}{\varepsilon_0} (\varepsilon_i^{j+1} - \varepsilon_i^j) \right], \quad (2.3.10)$$

где

$$a_{ij} = \frac{\tau k_0 \varepsilon_i^{j+1}}{h^2 \varepsilon_0} (|p_i^{j+1} - p_{i-1}^{j+1}| - h |\nabla p_0|).$$

Вычислительный процесс организуется так: решая (2.3.5) определяется давление на $j + 1$ -ом слое, из уравнения (2.3.7) определяется текущая пористость ε_i^{j+1} , а затем из уравнения (2.3.10) - текущая концентрация частиц в потоке - n_i^{j+1} .

По формулам (2.3.5) - (2.3.10) проводились численные расчеты при различных значениях параметров p_n , ω_1 , ω_2 . Во всех расчетах $h=0,01$ м, $\varepsilon_0=0,3$, $k_0=1,0$ м²/(МПа·с), $|\nabla p_0|=0,001$ МПа/м, $|\nabla p_c|=0,015$ МПа/м, $l=4$ м, $p_k=0$. Для двух значений $p_n=0,75$; $0,021$ МПа рассмотрены варианты расчетов при а) $\omega_1=0,05$ м/(МПа·с), $\omega_2=0,1$ с⁻¹, б) $\omega_1=0,1$, $\omega_2=0,1$, в) $\omega_1=0,1$, $\omega_2=0,05$.

Результатами расчетов установлено, что при очень медленных течениях, когда текущий градиент давления меньше предельного суффозионного градиента давления суффозионной процесс не развивается.

На рис. 1, 2 приведены графики зависимостей p , ε , n при различных ω_1 , ω_2 . На рис.10 текущий $|\nabla p|$ меньше $|\nabla p_c|$, а на рис.11 $|\nabla p| > |\nabla p_c|$. Из графиков видно, что при отсутствии суффозионных эффектов профили ε и n являются крутыми, а при $|\nabla p| > |\nabla p_c|$ они более пологи. Скорость распространения переднего фронта профилей в последнем случае больше, чем в случае $|\nabla p| < |\nabla p_c|$.

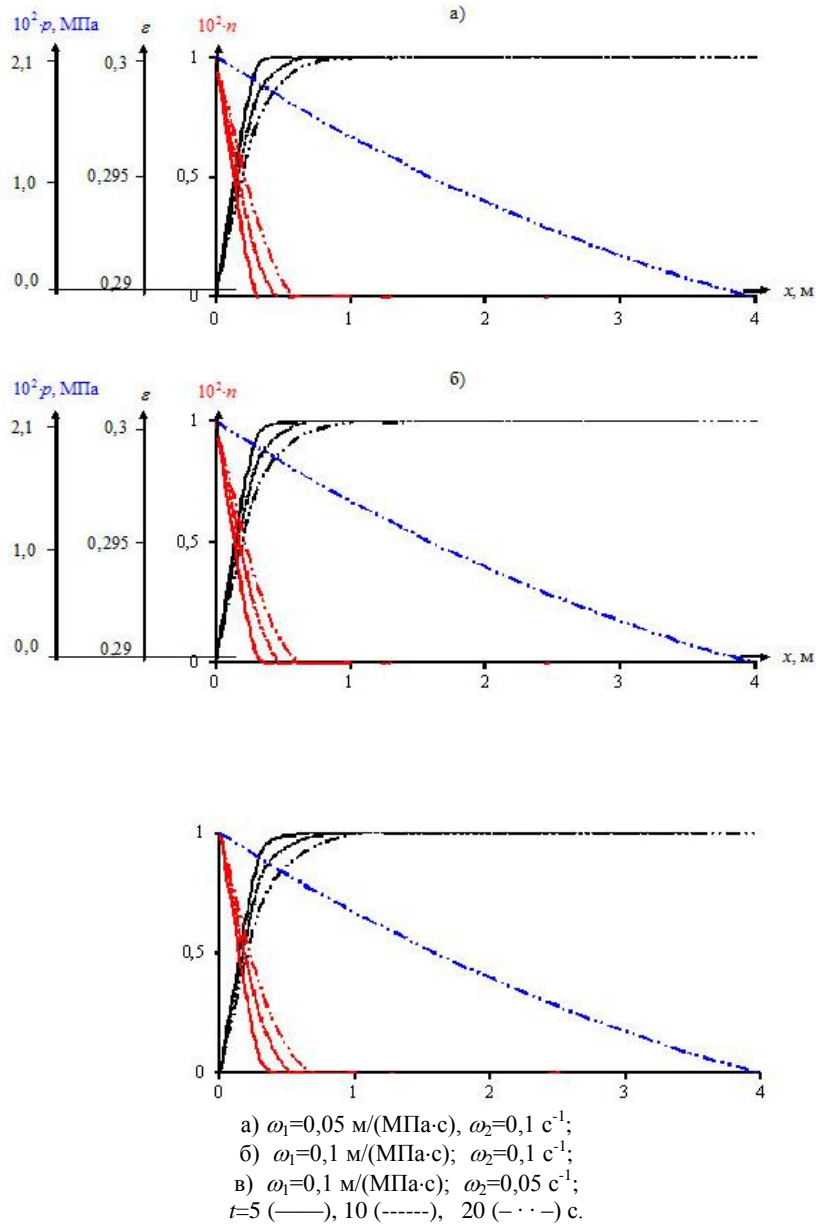


Рисунок 1 - Изменение ε , n , p при $p_n=0,021$ МПа

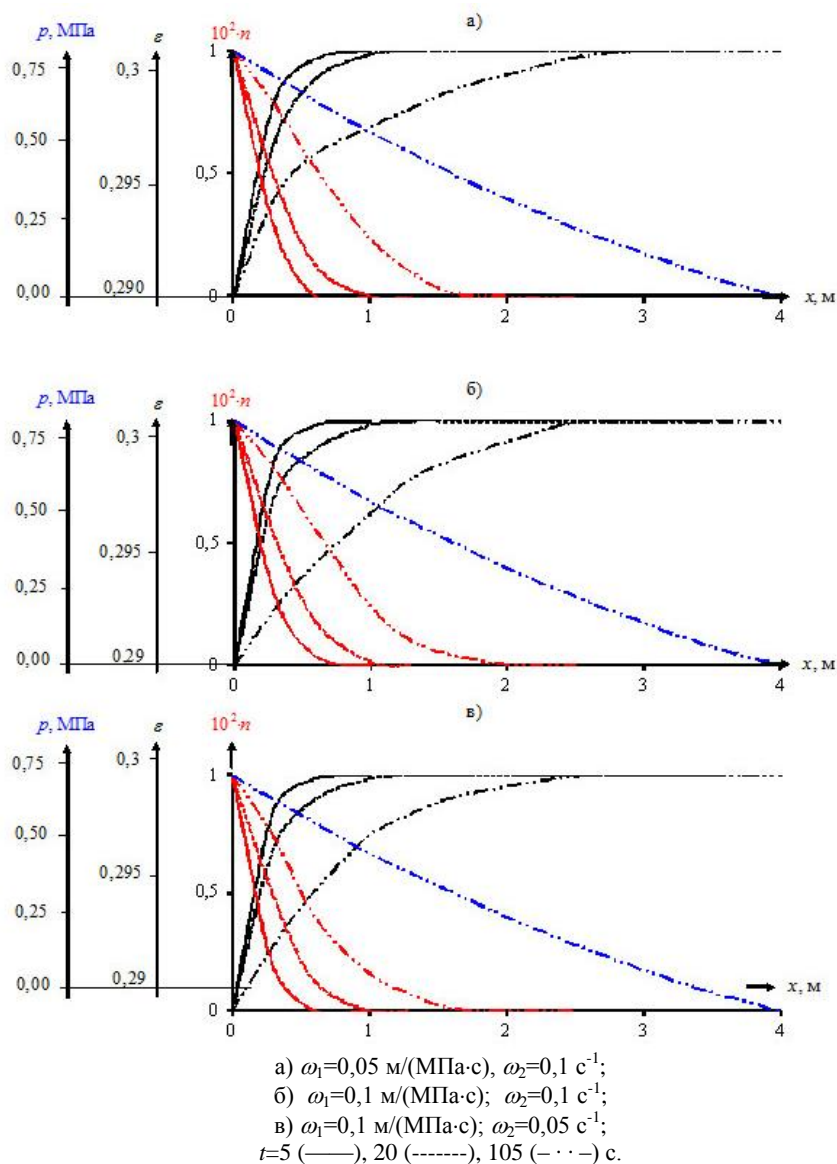


Рисунок 2 - Изменение ε , n , p при $p_n=0,75$ МПа

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Минц Д.М. Фильтрация молокоцентрированных водных суспензий через зернистые слои. Науч.тр. Акад. коммун. хоз. им. К.Д.Памфилова, вып. 2-3, 1951.
- [2] Шехтман Ю.М. Фильтрация молокоцентрированных суспензий. М.: Изд. АН СССР. 1961. – 212 с.
- [3] Хужаёров Б.Х. Модель фильтрации суспензии, учитывающая суффозии и кольматацию // В сб. «Математические модели и численные методы нелинейных колебаний», Тр. СамГУ. 1990. с.78-81.
- [4] Басниев К.С., Дмитриев Н.М., Розенберг Г.Д. Нефтегазовая гидромеханика: Учебник для вузов. – Москва-Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2003. - 480 с.
- [5] Басниев К.С., Кочина И.Н., Максимов В.М. Подземная гидромеханика. – М.: Недра, 1993. – 416 с.
- [6] Дмитриев Н.М., Кадет В.В., Разбегина Е.Г. Методические указания к выполнению курсовых работ по дисциплине подземная гидромеханика. – М.: нефть и газ, 1998. - 61 с.
- [7] Евдокимова В.А., Кочина И.Н. Сборник задач по подземной гидравлике. – М.: Недра, 1979. - 166 с.
- [8] Пыхачев Г.Б., Исаев Р.Г. Подземная гидравлика. - М.: Недра, 1973. – 360 с.
- [9] Щелкачев В.Н., Лапук Б.Б. Подземная гидравлика. – М.: Гостоптехиздат, 1949. – 358 с.
- [10] Чарный И.А. Подземная гидрогазодинамика. – М.: Гостоптехиздат, 1963. – 396 с.
- [11] Баренблатт Г.И., Ентов В.М., Рыжик В.М. Движение жидкостей и газов в пластах. – М.: Недра, 1984. - 270 с.
- [12] Коллинз Р. Течение жидкости через пористые материалы. – М.: Мир, 1964. – 207 с.
- [13] Азиз Х., Сеттари Э. Математическое моделирование пластовых систем. – М.: Недра, 1982. – 407 с.

- [14] Йосс Ж, Джозеф Д. Элементарная теория устойчивости и бифуркаций М.: Мир, 1983. 304 с.
- [15] Линь Цзя-цзяо. Теория гидродинамической устойчивости. -М.: Изд-во иностр. лит., 1958. – 195 с.
- [16] Полубаринова-Кочина П.Я. Теория движения грунтовых вод / П.Я. Полубаринова-Кочина: учеб. пособие для университетов по специальности «Механика». – М.: Наука, 1977.– 664 с.
- [17] Прусов И.А. Двумерные краевые задачи фильтрации /И.А. Прусов. – Минск: Университетское, 1987. – 181 с.
- [18] Дразин Ф. Введение в теорию гидродинамической устойчивости. М.: Физматлит, 2005. 287 с.
- [19] Каневская Р. Д. Математическое моделирование гидродинамических процессов разработки месторождений углеводородов : Учебное пособие для вузов / Р. Д. Каневская .— М. ; Ижевск : Ин-т компьют. исслед., 2003 .— 128 с.
- [20] Щелкачев В. Н. Подземная гидравлика: Учебное пособие для вузов / В.Н.Щелкачев, Б.Б.Лапук .— М.; Ижевск : РХД, 2001 .— 735 с.

REFERENCES

- [1] Mintz of D. M. Filtration the molokotsentrirovannykh of water suspensions through granular layers. Nauch.Tr. Akkad. communes. хоз. of K.D.Pamfilova, вып. 2-3, 1951.
- [2] Shekhtman Yu.M. Filtrtion molokotsentrirovannykh of suspensions. М.: Prod. Academy of Sciences of the USSR. 1961. – 212 pages.
- [3] Huzhayorov B. H. Model of a suspension filtration considering a suffosion and a kolmatation//On Saturday. "Mathematical models and numerical methods of nonlinear fluctuations", Tr. СамГУ. 1990. page 78-81.
- [4] Basniyev K.S., Dmitriyev N. M., Rosenberg G. D. Oil and gas hydromechanics: The textbook for higher education institutions. – Moscow-Izhevsk: Institute of computer researches, 2003. - 480 pages.
- [5] Basniyev K.S., Kachin I.N., Maximov V. M. Underground hydromechanics. – М.: Subsoil, 1993. – 416 pages.
- [6] Dmitriyev N.M., V.V., Razbegin E.G. Cadet. Methodical instructions to performance of term papers on discipline an underground hydromechanics. – М.: oil and gas, 1998. - 61 pages.
- [7] Evdokimova V.A., I.N's Kachin. Collection of tasks in underground hydraulics. – М.: Subsoil, 1979. - 166 pages.
- [8] Pykhachev G. B., Isaev R. G. Underground hydraulics. - М.: Subsoil, 1973. – 360 pages.
- [9] Shchelkachev V. N., Lapuk B. B. Underground hydraulics. – М.: Gostoptekhizdat, 1949. – 358 pages.
- [10] Charny I.A. Underground hydraulic gas dynamics. – М.: Gostoptekhizdat, 1963. – 396 pages.
- [11] Barenblatt G. I., Entov V. M., V. M. Saffron milk cap the movement of liquids and gases in layers. – М.: Subsoil, 1984.-270 pages.
- [12] Collins R. Techeniye of liquid through porous materials. – М.: World, 1964. – 207 pages.
- [13] Aziz X., Settari E. Mathematical modeling of sheeted systems. – М.: Subsoil, 1982. – 407 pages.
- [14] Jos, Joseph D. Elementary theory of stability and M.'s bifurcations: World, 1983. 304 pages.
- [15] Lin Jia-tszyao. Theory of hydrodynamic stability. - М.: Publishing house иностр. litas., 1958. – 195 pages.
- [16] Polubarinova-Kochina P. Ya. Theory of the movement of ground waters / P. Ya. Polubarinova-Kochina: studies. a grant for universities as "Mechanic". – М.: Science, 1977. – 664 pages.
- [17] Prusov I.A. Two-dimensional regional problems of filtration/I.A. Prusov. – Minsk: University, 1987. – 181 pages.
- [18] Drazin F. Introduction to the theory of hydrodynamic stability. М.: Fizmatlit, 2005. 287 pages.
- [19] Kanevskaya R. D. Mathematical modeling of hydrodynamic processes of development of fields of hydrocarbons: Manual for higher education institutions / R. D. Kanevskaya. — М.; Izhevsk: Ying t kompt. 2003. — 128 pages.
- [20] Shchelkachev V. N. Underground hydraulics: Manual for higher education institutions / V. N. Shchelkachev, B. B. Lapuk. — М.; Izhevsk: RHD, 2001. — 735 pages.

Сызықтық сүзгі коэффициентінің қабатқа сұйық заттың қозғалыс үшін түпкі гидродинамикалық міндет

Б. С. Хамзина

bolash.kz@mail.ru

Әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық университеті

Тірек сөздер: модельдеу, сіңу сипаттамалары, зерттеу, құбылғыштар, қабаттар, кеуектілік просветность.

Аннотация. Шоғырларды игерудің гидродинамикалық математикалық модельдеу пайдалануға негізделген және нақты жағдайларында міндеттерді шешу аясында алынған теңдеу, тікелей гидромеханиканы реактордан тыс және жерасты Сүзгілеу процесі.

Игеруді реттеудің гидродинамикалық зерттеулер жүргізеді, сіңу сипаттамаларын анықтау мақсатында ұңғыма, олардың міндеттері мен бақылау үшін қаттардың және деректерді өңдеу қабатты жерасты гидромеханиканы кері шешуге негізделген. Жер асты гидромеханика Облыстың басқа үлкен бағдарламалары бар қатарға жіктелуі мүмкін: гидрогеология, инженерлік геология, гидротехника және т.б. Өтімді болатын гидромеханике немесе жер астындағы тау жыныстары және тығыз. Өтімді болатын тұқым арқылы өткізуге қабілетті құбылғыштар (сұйықтар мен газдар) қысым жасау кезінде қысымның өзін сыйдыру және қойылатын жатқызуға қабылданды. Мұндай тұқымның коллекторлармен деп атайды.

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

PHYSICO-MATHEMATICAL SERIES

ISSN 1991-346X

Volume 6, Number 304 (2015), 150 – 153

UDC 517.9

**ABOUT STRONG RESOLVABILITY OF A TASK
OF CAUCHY-NEUMANN OF THE EQUATION OF HEAT
CONDUCTIVITY WITH THE DEVIATING ARGUMENT**

Shaldanbayev A.Sh., Saprygina M.B., Orazov I.O.

The southern Kazakhstan state university of M. Aueyev, Shymkent
shaldanbaev51@mail.ru

Key words: the heat conductivity equation, own functions, attached functions, deviating argument.

Abstract. In the real work, method of division of variables and the spectral theory of the equation with we otklonyashchitsya by argument, strong resolvability of a task of Cauchy-Neumann of the equation of heat conductivity with отклоняющемся argument is shown. A deviation from Carleman's class.

УДК 517.9

**АРГУМЕНТІ АУЫТҚЫҒАН ЖЫЛУ ТЕНДЕУІНІҢ КОШИ-НЕЙМАН
ЕСЕБІНІҢ КҮШТІ ШЕШІЛУІ ТУРАЛЫ**

Шалданбаев А.Ш., Сапрыгина М.Б., Оразов И.О.

М.Әуезов атындағы Оңтүстік-қазақстан мемлекеттік университеті, Шымкент қаласы
shaldanbaev51@mail.ru

Кілт сөздер: жылу теңдеуі, меншікті функциялар, қосарлас функциялар, ауытқыған аргумент.

Аннотация. Бұл еңбекте аргументі ауытқыған жылу теңдеуінің Коши-Нейман есебінің күшті шешілетіні көрсетілген. Зерттеу барысында айнымалыларды ажырату әдісі мен аргументі ауытқыған теңдеудің спектралді теориясы қолданылған.

1.Кіріспе. Аргументі ауытқыған теңдеулердің теориясы көптеген авторлардың зерттеулеріне арқау болды, атап айтар болсақ, А.Д. Мышкис [1], Л.Э. Эльсгольц пен С.Б. Норкиннің [2], әйгілі, монографияларында оларға дейінгі жүргізілген зерттеулерге шолу жасалып, тиісті қорытындылар жасалған. Аргументі ауытқыған Штурм-Лиувилл теңдеуінің шекаралық есептері С.Б. Норкиннің [3] еңбегінде зерттелген. Осы, және басқа көптеген еңбектерде ауытқу теңдеудің жоғарғы ретті мүшелерінде кездеседі. Ауытқуы спектралді параметрінде кездесетін жағдайға арналған еңбектерді саусақпен санауға болады, осы орайда, Т.Ш. Кальменов, С.Т. Ахметова и А.Ш. Шалданбаев [4], А.М. Ибраимкулов [5], Т.Ш. Кальменов, А.Ш. Шалданбаев [6]-[9] еңбектерін атаған жөн сыйақты. Функционалдық анализдің ұғымдарымен [10]–[13], ал шекаралық есептердің спектралді мәселелерімен [14]–[23], еңбектерде танысуға болады.

Бұл еңбек [4] еңбектің жалғасы іспетті, және оның нәтижелеріне сүйенеді, көпке мәлім, жылу теңдеуінің аргументін ауытқысақ не болады деген сұраққа жауап береді. Бұл сәтте дискретті спектр пайда болады екен, және бұл есептің ерекшелігі болса керек.

Ω – дегеніміз, қабырғалары $AB: 0 \leq t \leq T, x = 0; BC: 0 \leq x \leq l, t = T; CD: 0 \leq t \leq T, x = l; DA: 0 \leq x \leq l, y = 0$ болатын тіктөртбұрыш болсын делік. $C^{2,1}(\Omega)$ – дегеніміз Ω

аймағында x бойынша екі рет, ал t бойынша бір рет үздіксіз дифференциалданатын функциялар жиыны болсын. Ω -аймағының шекарасы деп $\Gamma = AB \cup AD \cup CD$ жиынын таныйық.

Коши-Нейман есебі. $L^2(\Omega)$ кеңістігінің кез келген $f(x, t)$ элементі үшін мына,

$$Lu = u_t(x, T-t) + u_{xx}(x, t) = f(x, t) \quad (1)$$

$$u|_{t=0} = u_x|_{x=0} = u_x|_{x=l} = 0; \quad (2)$$

шекаралық есептің шешімін табыңдар!

2. Зерттеу әдістері

Жоғарыдағы (3)-(4) спектралді есепке айнымалыларды ажырату әдісін қолданамыз, нәтижесінде Штурм-Лиувилдің Нейман есебі мен аргументі ауытқыған Кошидің есебін аламыз. Бірінші есептің шешімі көпшілікке мәлім, ал екінші есеп егжей-тегжейлі [4] еңбекте зерттелген, сондықтан тек алынған нәтижелерді тұжырымдаумен шектелеміз.

3. Алынған нәтижелер

ТЕОРЕМА 1 Мына,

$$u_t(x, T-t) + u_{xx}(x, t) = \lambda u(x, t) \quad (3)$$

$$u|_{t=0} = u_x|_{x=0} = u_x|_{x=l} = 0; \quad (4)$$

спектралді есептің, мынадай,

$$\lambda_{mn} = (-1)^n \left(n + \frac{1}{2} \right) \frac{\pi}{T} - \left(\frac{m\pi}{l} \right)^2, \quad m, n = 0, 1, 2, \dots \quad (5)$$

шексіз меншікті мәндері, және оларға сәйкес, мынадай,

$$u_{mn}(x, t) = \frac{2}{\sqrt{Tl}} \cdot \cos \frac{m\pi}{l} x \cdot \sin \left(n + \frac{1}{2} \right) \frac{\pi}{T}, \quad m, n = 0, 1, 2, \dots \quad (6)$$

меншікті функциялары бар. Олар $L^2(\Omega)$ кеңістігінде ортонормаланған базис құрайды, мұндағы, $\Omega = [0, l] \times [0, T]$.

ТЕОРЕМА 2. Мына,

$$Lu = u_t(x, T-t) + u_{xx}(x, t) = f(x, t) \quad (7)$$

$$u|_{t=0} = u_x|_{x=0} = u_x|_{x=l} = 0. \quad (8)$$

шекаралық есептің бірегей шешімі болуы үшін, мына,

$$\frac{\pi T}{l^2} \neq \frac{2n + \frac{1}{2}}{m^2}, \quad n = 0, 1, 2, \dots; \quad m = 1, 2, \dots \quad (9)$$

шарты орындалуы қажетті, ал шешімінің бар болуы үшін, мына,

$$\sum_{m=0}^{\infty} \sum_{n=0}^{\infty} \left| \frac{(f, u_{mn})}{\lambda_{mn}} \right|^2 < +\infty \quad (10)$$

шарт жеткілікті, осы шарттар орындалған сәтте бірегей шешім, мынадай,

$$u(x, t) = \sum_{m=0}^{\infty} \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(f, u_{mn})}{\lambda_{mn}} \cdot u_{mn}(x, t) \quad (11)$$

болады, мұндағы,

$$\lambda_{mn} = (-1)^n \left(n + \frac{1}{2} \right) \frac{\pi}{T} - \left(\frac{m\pi}{l} \right)^2, \quad m, n = 0, 1, 2, \dots \quad (12)$$

$$u_{mn}(x, t) = \frac{2}{\sqrt{Tl}} \cdot \cos \frac{m\pi}{l} x \cdot \sin \left(n + \frac{1}{2} \right) \frac{\pi}{T}, \quad m, n = 0, 1, 2, \dots \quad (13)$$

ТЕОРЕМА 3. Мына,

$$Lu = u_t(x, T-t) + u_{xx}(x, t),$$

$$u|_{t=0} = u_x|_{x=0} = u_x|_{x=l} = 0$$

оператордың қабындысы \bar{L} жалқы оператор, яғни $(\bar{L})^* = \bar{L}$.

Жоғарыдағы 2 және 3 теоремаларынан, келесі, теорема туындайды

ТЕОРЕМА 4. Егер $\forall n = 0, 1, 2, \dots; m = 1, 2, \dots$ үшін

$$\frac{\pi T}{l^2} \neq \frac{2n + \frac{1}{2}}{m^2}, \quad n = 0, 1, 2, \dots; m = 1, 2, \dots$$

болса, онда \bar{L}^{-1} -кері операторы бар және ол жалқы оператор.

4.Талқылау

Аргументті ауытқыту нәтижесінде спектр пайда болды, сондықтан сызықтық операторлардың спектралдік теориясын қолдануға мүмкіндік болды. Оператор мен оның қабындысының спектрі әртүрлі болары белгілі, бірақ біз оншалықты терең бойламадық.

ӘДЕБИЕТ

- [1] Мышкис А.Д. Линейные дифференциальные уравнения с запаздывающим аргументом М. -1972. - 352 с.
- [2] Эльсгольц Л.Э., Норкин С.Б. Введение в теорию дифференциальных уравнений с отклоняющимся аргументом М.- 1971.- 296 с.
- [3] Норкин С.Б. Дифференциальные уравнения с запаздывающим аргументом М. -1965.- 356 с.
- [4] Кальменов Т.Ш. Ахметова С. Шалданбаев А.Ш. К спектральной теории уравнений с отклоняющимся аргументом // Математический журнал, Алматы.- 2004.- Т. 4, № 3. - С. 41-48.
- [5] Ибраимкулов А.М. О спектральных свойствах краевой задачи для уравнения с отклоняющимся аргументом // Известия АН.Каз.ССР, сер.физ.-мат.- 1988.- № 3.- С. 22-25.
- [6] T. Sh. Kal'menov, and A. Sh. Shaldanbaev, On a criterion of solvability of the inverse problem of heat conduction, Journal of Inverse and Ill-Posed Problems 18, 352-369 (2010).
- [7] I. Orazov, A. Shaldanbayev, and M. Shomanbayeva, About the Nature of the Spectrum of the Periodic Problem for the Heat Equation with a Deviating Argument, Abstract and Applied Analysis, Volume 2013 (2013), Article ID 128363, 6 pages, <http://dx.doi.org/10.1155/2013/128363>
- [8] Шалданбаев А.Ш. Спектральные разложения корректных-некорректных начально краевых задач для некоторых классов дифференциальных уравнений.- Монография. 193с, LAP LAMBERT Academic Publishing. <http://dnb.d-nb.de>. Email:info@lap-publishing.com,Saarbrucken 2011, Germanu.
- [9] Т.Ш. Калменов. Краевые задачи для линейных уравнений в частных производных гиперболического типа, Шымкент.: Ғылым, 1993.-327 б.
- [10] Г.Е. Шилов. Математический анализ. Специальный курс.: Физмат, 1960.
- [11] Г. Вейль. Избранные труды, Наука, 1984. -510с.
- [12] М. Рид, Б. Саймон. Методы современной математической физики, М.: Мир, 1977, 285 б.
- [13] У. Рудин. Функциональный анализ, М.: Мир, 1975, 443 б.
- [14] G.D. Birkhoff. One the asymptotic character of the solutions of certain. Linear differential equations containing a parametr, Trans, Amer. Math. Soc 9. (1908). Стр 219-231.
- [15] Я.Д. Тамаркин. О некоторых общих задачах теории обыкновенных линейных дифференциальных уравнений. П.Г. тип. М.П. Фроловой 1917.
- [16] F.Browder . On the eigenfunction and eigenvalues on the general. Linear. Miptic differential operators, Proc,Nat. Acad. ScUSA, t. 39 (1953) 433-439.
- [17] T.Carleman. Uber die asymptotische Verelung der ligenwerte partiller. Differen tialgleichungen Ber. Sachs Akad. Wiss zu Leipzig. Math. Phus, klass 88(1936) 119-134.
- [18] М.В. Келдыш. О собственных значениях и собственных функциях некоторых классов несамосоряженных уравнений, ДАН СССР, 1951. том LXXVII, № 1. с.11-14.
- [19] М.А. Наймарк. Линейные дифференциальные операторы, II –ое издание, М: Наука, 1969, 526 с.
- [20] В.А. Марченко. Операторы Штурма Лиувилля и их приложения, Киев: Наукова думка, 1977, 329 с.
- [21] Н.И. Ахиезер, Н.М. Глазман. Теория линейных операторов в гилбертовом пространстве ,М.: Наука, 1966, 543с.
- [22] Б.М. Левитан, И.С. Саргсян. Введение в спектральную теорию, М.: Наука ,1970, 67 с.
- [23] М.О. Отелбаев. Оценки спектра оператора Штурма-Лиувилля, Алма-ата, Ғылым, 1990, с.187.

REFERENCES

- [1] Myshkis A.D. Linejnye differencial'nye uravnenija s zapazdyvajushhim argumentom М. -1972. - 352 s.

- [2] Jel'gol'c L.Je., Norkin S.B. Vvedenie v teoriju differencial'nyh uravnenij s otklonjajushhimsja argumentom M.- 1971.- 296 s.
- [3] Norkin S.B. Differencial'nye uravnenija s zapazdyvajushhim argumentom M. -1965.- 356 s.
- [4] Kal'menov T.Sh. Ahmetova S. Shaldanbaev A.Sh. K spektral'noj teorii uravnenij s otklonjajushhimsja argumentom // Matematicheskij zhurnal, Almaty.- 2004.- T. 4, № 3. - S. 41-48.
- [5] Ibraimkulov A.M. O spektral'nyh svojstvah kraevoj zadachi dlja uravnenija s otklonjajushhimsja argumentom // Izvestija AN.Kaz.SSR, ser.fiz.-mat.- 1988.- № 3.- S. 22-25.
- [6] T. Sh. Kal'menov, and A. Sh. Shaldanbaev, On a criterion of solvability of the inverse problem of heat conduction, Journal of Inverse and Ill-Posed Problems 18, 352-369 (2010).
- [7] I. Orazov, A. Shaldanbayev, and M. Shomanbayeva, About the Nature of the Spectrum of the Periodic Problem for the Heat Equation with a Deviating Argument, Abstract and Applied Analysis, Volume 2013 (2013), Article ID 128363, 6 pages, <http://dx.doi.org/10.1155/2013/128363>
- [8] Shaldanbaev A.Sh. Spektral'nye razlozhenija korrektnyh-nekorrektnyh nachal'no kraevyh zadach dlja nekotoryh klassov differencial'nyh uravnenij.- Monografija. 193c,LAP LAMBEPT Academic Pyblishing. <http://dnb.d-nb.de>. Email:info@lap-publishing.com,Saarbrucken 2011,Germanu.
- [9] T.Sh. Kalmenov Kraevye zadachi dlja linejnyh uravnenii v chastnyh proizvodnyh giperbolicheskogo tipa.- Shymkent.:Fylym, 1993.-327 b.
- [10] G.E. Shilov Matematicheskij analiz. Special'nyj kurs.: Fizmat, 1960.
- [11] G. Vejl' Izbrannye trudy, Nauka, 1984. -510s.
- [12] M. Rid , B. Sajmon Metody sovremennoj matematicheskoj fiziki.-M.: Mir, 1977,285 b.
- [13] U. Rudin Funkcional'nyj analiz. –M.: Mir, 1975. -443 b.
- [14] G.D. Birkhoff. One the asymptotic character of the sotutions of certain. Linear differentiol equations containing a parametr, Trans, Amer. Math. Soc 9. (1908). Str 219-231.
- [15] Ja.D. Tamarkin. O nekotoryh obshhizh zadachph teorija obyknovennyh linejnyh differencial'nyh uravnenij. P.G. tip. M.P. Fromovoj 1917.
- [16] F.Browder . On the eigenfunction and eigenvalues on the general. Linear. Miptic differential operators, Proc,Nat. Acad. ScUSA, t . 39 (1953) 433-439.
- [17] T.Carleman. Uber die asymptotische Verelung der ligenwerte partiller. Differen tialgleichungen Ber. Sachs Akad. Wiss .zu Leipzig. Math. Phus, klass 88(1936) 119-134.
- [18] 18 M.V. Keldysh. O sobstvennyh znachenijah i sobstvennyh funkcijah nekotoryh klassov neasmosorjazhennyh uravnenij II DAI SSSR, 1951. tom LXXVII, № 1. CII-14.
- [19] M.A. Najmark. Linejnye, differencial'noe operatory II –oe izdanie –M: Nauka 1969-526s.
- [20] V.A. Marchenko. Operatory Shturma-Liuvillja i ih prilozhenija-kiev: Naukova dumka. 1977-329s.
- [21] N.I. Ahiezer N.M. Glazman. Teorija linejnyh operatorov v gilbertovom prostranstve –M. Nauka 1966. 543s.
- [22] B.M. Levitan, I.S. Sargsjan. Vvedenie v spektral'nuju teoriju. M. Nauka .1970. 670s.
- [23] M.O. Otelbaev. Ocenki spektra operatora Shturma-Liuvillja. Alma-ata. Fylym 1990g. S187.

УДК 517.9

О сильной разрешимости задачи Коши-Неймана уравнения теплопроводности с отклоняющимся аргументом

Шалданбаев А.Ш., Оразов И.О., Сапрыгина М.Б

Южно-Казахстанский государственный университет им.М.Ауезова, г.Шымкент

Ключевые слова: уравнение теплопроводности, собственные функций, присоединенные функций, отклоняющиеся аргумент.

Аннотация. В настоящей работе, методом разделения переменных и спектральной теории уравнения с отклоняющимся аргументом, показана сильная разрешимость задачи Коши-Неймана уравнения теплопроводности с отклоняющимся аргументом. Отклонение из класса Карлемана.

Авторы:

Шалданбаев Амир Шалданбаевич – д.ф.-м.н., профессор кафедры «Математические методы и моделирование» Южно-Казахстанского государственного университета им. М.Ауезова, г. Шымкент.

Сапрыгина М.Б.– к.ф.-м.н., старший преподаватель кафедры «Информатики и математики» Южно-Казахстанской государственной фармацевтической академии, г. Шымкент.

Оразов И.О – к.ф.-м.н., профессор кафедры «Информатики» Южно-Казахстанского государственного университета им. М.Ауезова, г. Шымкент.

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

PHYSICO-MATHEMATICAL SERIES

ISSN 1991-346X

Volume 6, Number 304 (2015), 154 – 160

ӘОЖ 377.1:002.6:[53+52]

POSSIBLE USE OF NEW INFORMATION TECHNOLOGIES

G.B. Issayeva

Guka_Issaeva@mail.ru

Kazakh State Women`s Teacher Training University, Almaty

Key words: To send data (FTP transfers), WWW-server, title screen, videos

Abstract. Education and learning are life time processes, they have no limit on when to start and stop. In our daily lives we learn new things and this helps us in changing the way we leave. Education provides us with information, and then we have to learn and process this information for our own use. It is very important to make education accessible at any time by every one; this will help in reducing on the level of illiteracy. Information technology has the ability of speeding up information delivery, so this ability can be used in improving our education environment. With the implementation of Information Technology, costs of accessing educational material are cut down and it makes it easy for students to learn from anywhere.

New technologies are changing the way we learn and they have also changed the process of teaching. Both teachers and students are using these new educational technologies to archive specific academic goals.

**ЖАҢА АҚПАРАТТЫҚ ТЕХНОЛОГИЯ ҚҰРАЛДАРЫН
ПАЙДАЛАНУ МҮМКІНДІКТЕРІ**

Г.Б. Исаева, п.ғ.к.

Guka_issaeva@mail.ru

Қазақ Мемлекеттік Қыздар Педагогикалық Университеті, Алматы қаласы

Тірек сөздер: Мәліметтерді жіберу , www-сервер, титульды экран, видео мәліметтер.

Аннотация. Білім беру және оқыту бұл белгілі уақыт аралығында ешқандай да өзгеріссіз тұратын процесс болып табылмайды. Біздің қазіргі уақытта білім бізге ақпарат береді, және біз олардың өз қажеттіліктері үшін осы ақпаратты оқуға және өңдеуге қажетпіз. Қазіргі уақытта білімді қолжетімді жасауымыз керек, бұл сауатсыздықтың мөлшерін азайтады. Ақпараттық технологиялар ақпараттық жеткізуді жеделдету мүмкіндігі бар , сондықтан бұл параметр білім беру ортасын жақсарту үшін пайдалануға болады деп түсінуге болады. Ақпараттық технологияларды арқылы оқу материалын енгізу арқылы студенттер кез- келген жерде білу алуын жеңілдетеді.

Жаңа технологиялар оқу әдістемелік процессті өзгертеді , сондай- ақ біздің үйренуімізге жол ашады.

Қашықтықтан оқыту компьютерлік техника мен телекоммуникациялық желілер қолдану барысында ұйымдастырылады. Телекоммуникациялық желілер мұғалім мен үйрену арасында қашықтық проблемасын шешеді және жедел байланысты ұйымдастырады. Қазіргі ақпараттық технология құралдары материалдарды әр түрлі формада пайдалануға мүмкіндік береді. Компьютерлік үйрету және бақылау прораммалары тындаушыға, бір жағынан , оқу материалдарын қандай деңгейде меңгергенін бақылауға көмектеседі[1].

Оқу процесін қашықтық режимінде ұйымдастыру барысында барлық ақпараттық қызмет типтері пайдаланылады.

Электрондық пошта телеконференция

- Мәліметтерді жіберу
- Гипермәтіндік орта

- Интернет желісінің әлемдік ресурстары
- Видеоконференциялар[2].

Аталған типтердің көмегімен тыңдаушы мен мұғалім арасында оқыту мен дидактикалық міндеттер шешіледі. Бұл құралдар WWW- сервер арқылы хаттар мен файлдарды жіберу мен телеконференция типі түрлі талқылауларды жүзеге асырады.

Электрондық пошта көмегімен мұғалім мен тыңдаушы арасында оқу материалдарын жіберу мен мұғалімге өздері түсініксіз болған материалдар юойынша сұрақтар жіберіге мүмкіндік алады. Бір жағынан , ол мұғалімнің жұмысын жеңілдетеді. Бұл жағдайда мұғалім жұмысы материалдар мен тыңдаушылардың сұрақтарына жауаптарына жіберу қызметтерін атқарумен шектеледі.

Телеконференция оқу тақырыптары бойынша үйренушілер арасында жалпы пікірталасты ұйымдастыруға мүмкіндік береді. Телеконференция мұғалімнің басқаруымен өткізіледі. Мұғалім пікірталастың тақырыбын белгілейді, конференция барысында өткізетін мазмұндарды бақылайды. Телеконференцияда қатысушылар түскен хабарларды қарап , конференцияда өзінің хабарларын жібере отырып пікірталасқа қатысады[3].

FTP- серверінің қызметі өте үлкен көлемдегі файлдарды жіберуге мүмкіндік береді. Мұндай жіберуді ұйымдастыру мен оны бақылауда FTP- серверлерінің қызметін атқаратын функциялар орналасады. Ал WWW- сервері оқу материалдарын орналастыруға мүмкіндік береді. Бұл материалдар гипермәтін түрінде ұйымдастырылатын болады. Гипермәтін материалдарды жүйелеп құруға , атап айтқанда , оқу материалдарының бөлімдерін гипербайланыс арқылы бір- бірімен байланыстыруға , материалдарды бір – бірімен толықтырып отыруға мүмкіндік береді.

WWW- желісінің әлемдік ресурсында гипермәтін түрінде түрінде көрнекі және анықтамалық материалдар орналастырылады. Мұғалім іздеу жүйелерінің көмегімен WWW- беттерінде Интернет ресурстары бойынша анықтамалар арқылы сілтемелер жинағын дайындауға болады. Педагог мамандардың үйрететін материалдарын да осы құжатқа енгізіледі және ол жөнінде оған хабарлама беріледі. Егер олар интернетке шыға алатындай мүмкіндік алса , онда оған хабарлама жіберіледі. Егер олар интернетке шыға алмайтындай мүмкіндік алса онда ол осы берілген материалдарды оқи алады[4].

Оқыту ортасын дамыту құралдары . Жаңа ақпараттық технология құралдары оқыту құралы қызметін атқарады. Дәстүрлі оқу құралдарынан басқа тыңдаушыға мына типтегі материалдар ұйынылады:

- Компьютерлік үйрету бағдармалары
- Электрондық оқу құралдары
- Компьютерлік тестілеу жүйесі мен білімді бақылау
- Электрондық анықтамалар мен энциклопедиялар
- Аудио және видеоматериалдар
- Интернет желісіндегі ақпараттық материалдар.

Аталған құралдар оқу материалдарын жеделдетіп меңгеруге және оқытудың сапасын арттыруға игі әсерін тигізеді. Қашықтықтан оқыту материалдарын жасақтаушылар осы құралдар негізге алуы қажет. Оқу құралдарын жасақтау ұзақ процесс. Оқу құралдарын жасау қашықтықтан оқыту формасының тиімділігін арттырудың негізгі көзі болып табылады.

Қашықтықтан оқытудың техникалық базасы. Қашықтықтан оқытудың техникалық базасы ақпараттарды жіберу жүйесін құрады[1].

Интернеттік ақпараттық ресурстар :- E- mail, WWW.

Электрондық оқулық және оның құрылымы. Орта білім беру жүйесін ақпараттандырудың мемлекеттік бағдарламасының негізгі бағыттарының бірі – оқыту процесін ақпараттандыру . Аталған бағытты жүзеге асыру үшін жаңа буын оқулықтарын электрондық вариантқа аудару қажет. Электрондық оқулықтың мазмұны оқушының интелектілік ойлау қабілетін дамытуға бағытталуы қажет және оның мына қасиеттерді қанағаттандыру жеткілікті: жинақтылық, жүйелілік, эстетикалық көркемділік , жылдамдығы және т.б.

Электрондық оқулықтар ара қашықтықтан оқыту формасына негізделіп жасақталады және оны жүзеге асыру үшін қолданылады. Осы уақытқа дейін бақылаушы, жаттықтырушы, модельдеуші дидактикалық ойындар сияқты қолданбалы программалар қолданылып келді. Бұл

программалар оқушының өздігінен оқып- үйренуіне және өзіндік жұмыс жасау қабілетін дамытуға мүмкіндік береді[2].

Электрондық оқулықтың құрылымы. Біз оқулықтың сыртқы құрылымын қарастыратын боламыз. Оқулықтың сапалалығы тақырыптың мазмұнның баяндалуымен анықталады. Егер аталған оқулық бойынша үйренуші сынақ немесе емтихан тапсыратын болса, онда оның мазмұндық материалы келесі үш түрде болады:

1. Материалдық мәтін, сурет, график, кесте және т.б. түрде баяндалуы. Ол оның дәстүрлі оқулықтан ерекшелігін көрсетеді.

2. Материалдың кескін түрде баяндалуы- оқулық мазмұнының графиктік- мәтіндік түрде бейнеленуі. Онда оқу материалдарының негізгі идеясын меңгеруіне ыңғайлы етіп, графиктік түрде бейнелеу.

3. Өзіндік тексерудің тестілік жүйесі. Онда оқу материалын қаншалықты деңгейде меңгергенін айқындайтын сұрақтар мен тапсырмалар беріледі;

Материалдың мұндай түрде бейнеленуі оқушының есте сақтау қабілітінің дамуына және өткен материалды ұмытпай, оны дамытуына игі әсерін тигізеді.

Ал енді электрондық оқулықтың құрылымдық элементтеріне жан- жақты тоқталайық :

- Сыртқы беті
- Титульдық экран
- Мазмұны
- Аннотация
- Оқу материалының толық баяндалуы
- Оқу материалының қысқаша мазмұны
- Қосымша әдебиеттер
- Өзіндік білімді тексеру жүйесі
- Өзіндік бақылау жүйесі
- Мәтіндік үзінділер іздеу функциясы
- Авторлар тізімі
- Терминдік сөздер
- Оқулықтың элементтерін басқару бойынша анықтамалық жүйе
- Оқулықпен жұмысты басқару жүйесі.

Әрбір құрылымдық элементке жеке – жеке тоқталып , сипаттама берейік:

Сыртқы беті түрлі түсті бояулармен боялып, эстетикалық тұрғыдан әдемі безендірілуі қажет. Ол графиктік қойылымдар мен түстер қолданылады. Оқулықты көрмеге қою мақсатында анимациялық құбылыстармен безендерілуі қажет.

Титульдық экран онда оқулықтың атауы , жоғарғы білім мекемелері , авторлық құқық , оқулықтан лицензиядан өткен бегісі , баспаға тапсырылған күні , оқулық авторларының мекемелері туралы ақпараттар жазылады.

Мазмұны . Ол оқулықтың негізгі құрылымдық элементтерінің қатарына енеді. Оқулықтың мазмұнының негізгі құрылымдық бөліктерін шағын түрде үйренушінің оқуына жеңіл болатындай етіп көрсету қажет[6].

Электрондық оқулыққа қойылатын талаптар

1. Жан – жақтылығы
2. Ізгілігілік. Онда кез- келген орындаушы өзіне қажетті білімді ала алады.
3. Бейімділігі. Ұсынылып отырған оқу материалы оқу материалы барлық орындаушылар үшін біркәнді болуы керек. Бірақ оқу материалы әр түрлі формада берілуі мүмкін.
4. Модульдік .Кез келген электрондық оқулықты дәстүрлі оқулықтар негізінде құрылымын жасақтау.
5. Экономикалық тиімділігі. Аталған оқулыққа сұраныс көп болуы қажет және сәйкес түсетін пайданы да қарастыру қажет.
6. Тұтынушыға бағдарлау[7].

Электрондық оқулықтың құрамы:

- Аннотация;

- Пән туралы қысқаша ақпарат;
- Жұмыс бағдарламалары;
- Электрондық оқулықпен және оның бөліктерімен жұмыс жасау туралы әдістемелі нұсқаулар;

- Ұсынылатын білім беру бағдарламалары;
- Теориялық материалдар;
- Теориялық материалдарға негізделген оқу құралы;
- Практикалық жұмыстарды орындауға негізделген оқу құралы;
- Практикалық жұмыс пен бақылау жұмыстарының тізімі ;
- Бақылау тапсырмалары ;
- Лабораториялық жұмыстардың әдістемелік нұсқаулары;
- Білімді бағалау критерийлерін айқындайтын тапсырмалар;
- Бақылау тестерінің жинағы;
- Телекоммуникациялық құрылғыларды қолдану арқылы консультация түрлері мен графигі;
- Глоссарий;
- Әдебиеттер тізімі мен Интернеттің ақпараттық ресурстарына сілтемелер;
- Озат мұғалімдерінің жасақтаған қосымша авторлық материалдары;
- Үйренушінің жұмыс папкасы
- Мұғалімнің жұмыс папкасы.

Аталған құрам арқылы электрондық оқулықтың құрылымы тұрғызылады[8].

Электрондық оқулықты құрастыру мына алгоритм бойынша жүзеге асыралады:

1. Оқу пәнінің мазмұндық көлемін бағалау.
2. Оқу элементтерін үйренушінің білімділік , икемділік дағдыларын қалыптастыру деңгейіне сай анықтау.
3. Оқу материалын өзіндік білім беру деңгейіне бөлу.
4. Оқу материалдарының мазмұнының неізгі элементтері аралығындағы мағыналық байланыстар жүйесін айқындау.
5. Электрондық сөздік- анықтаманы дайындау.
6. Әрбір тақырыптар юойынша динамикалық және статистикалық компьютерлік слайдтар жиынтығынан құралған лекциялар конспектісін дайындау
7. Текст материалдарын дайындау
8. Көрнекі материалдарды электрондық түрде дайындау.
9. Өзіндік және практикалық сабақтарды жүргізетін материалдарды дайындау.
- 10.Электрондық баспаны дайындау жұмыстарын мультимедиялық лабораториялардың мамандары жалғастырады[9].

Жаңа технологиялар – педагогтың мүскіндігін күшейтетін құрал, бірақ ол мұғалімді алмстыра алмайды. Компьютер мүскіндіктері психология мен дидактика тұрғысынан талданып, керек кезінде педагогикалық талаптарға сай қолданылуы керек. Сыртқы эффектін қуып кетпей , оқыту программасының тек сыртқы емес , ішкі тиімділігіне көп көңіл бөлген дұрыс. Компьютердің сызбалық мүскіндігін молдығы дәрістік экспериментті бояулы суретмен , сызбаларме, кестелер мен байыта түсуге жол ашады., оларды есеп шартына да пайдалануға болады[10].

Компьютерді мұғалім қосымша материалдар , әртүрлі анықтамалық мәліметтерден ақпараттар беу үшін көрнекі құрал ретінде пайдалана алады. Мұндай мәліметтерге физикалық формулалар, физикалық құбылыстардың динамикалық бейнесі, тәжірибеге арналған құрылғылардың тізімі, аспаптардың сипаттамалары және т.б. жатқызуға болады. Мұғалім араласпай – ақ оқушылар өздері меңгеруге тиісті ақпараттар беріледі. Қажетті ақпараттарды жинақтауда электрондық техникаларды енгізу уақыт үнемдейді., қарастырып отырған кезеңде ақпараттың толықтығын жоғарылатады., ақпараттық- анықтамалық жүйе құрамында электрондық құрылғылармен жұмыс істеу дағдысн қалыптастыруға мүскіндік туғызады[11].

Оқытудың ақпараттық – технологиясы – бұл ақпаратпен жұмыс жасау үшін арнайы тәсілдер , педагогикалық технологиялық , бағдарламалық және техникалық құралдар (кино, аудио және видеоқұралдар, компьютерлер телекоммуникациялық желілер)[12].

Оқытудың ақпараттық технологиясы – білімді жанаша беру мүмкіндіктерін жасау (педагогикалық іс- ірекетті өзгерту), білімді қабылдау, білім сапасын бағалау, білімді қабылдау, оқу – тәрбие үрдісінде оқушының жеке тұлғасын жан- жақты қалыптастыру үшін технологияның қосымшасы деп түсіну керек .

Білімді ақпараттандырудың негізгі мақсаты- оқушыларды ақпараттық қоғам жағдайында тұрымстық , қоғамдық және, кәсіби салалардың іс әрекетіне толық, тиімді араластыру боып табылады[13].

Төмендегі қасиеттер білім жүйесінің өзіндік ерекшелігі болып саналады.

- Тұтынушының қолдану сапасында;

- Нәтижесінде әр түрлі салаларда қолданылатын, ақпараттық технологияларды жасаушы сапасында.

Бірақ компьютер мүмкіндіктерін асыра бағалауға болады, өйткені ақпарат беру – бұл білім мен мәдениетті беру емес, сондықтан ақпараттық технологиялар педагогтарға тек қосымша тиімді құрал ретінде қызмет атқарады[14].

Көптеген елдерді ғылыми орталықтары мен оқу орындарында нақ осы білім үшін мамандырылған компьютерлік жүйелер саны дайындалды, олар оқу – тәрбие үрдісінде әр түрлі жағынан қолдануға бағытталды. Бұл- жүйелердің негізгі түрлері болып табылады.

• Компьютерлік бағдарламаланған оқыту- бұл сәйкесінше, компьютерлік бағдармалардың көмегімен бағдарламалық оқыту механизмдерін жүзеге асыратын технология .

• Материалды компьютердің көмегімен оқу- оқушының жаңа материалды әр түрлі құралдардың , оның ішінде компьютерлердің көмегімен өз бетінше оқуын болжайды. Бұл жерде оқу іс- әрекетінің сипаты айтылмайды, оқу нұсқауларының жиынымен іске асырылуы мүмкін. Мұның өзі бағдарламалық оқу әдісінің мәнін ашады.;

• Материалды компьютер қоры негізінде оқы- алдыңғы технологиялар , технологиялық құралдардың алуан түрін қолдануымен айрықшаланатын болса, мұнда бағдарлама құралдарын , оқушылардың өз бетінше тиімді оқуын арттыратын бағдарламаларды басымырақ қолдану жүргізіледі;

• Компьютер қорымен оқу – білім берінің барлық мүмкін боларлық формаларын қолдану, шын мәнінде , жоғарыда айтылғандармен сәйкес келеді;

• Компьютердің көмегімен бағалау – өз бетінше оқыту технологиясы деп қарастырылады, дегенмен ол практикада басқаларға құрамдас элемент болып кіріп жүр. Мұндай жүйе оқылатын пәннің мазмұны мен дәстүрлі оқытуда қолданылатын немесе оқыту бағдарламаларында жүзеге асырылатын әдістерге тәуелсіз;

• Компьютерлік коммуникация- білім беру және жеткізумен қамтамасыз ете отырып , жоғарыда аталған технологиялардың барлығының ажырамас құрамы болып табылады. Жергілікті, аймақтық және басқа компьютерлік желілерді қолдану үшін жұмсалады[15].

Оқытудың ақпараттық технологиялары осы ақпараттық білім жүйесінің шегінде жүзеге асырылатын болғандықтан, осы білім технологиясына ақпараттық және бағдарламалық қолдаумен көрсетілетін құралдар бір ғана компьютермен , оған енгізілген бағдарламалармен шектеліп қалмауы тиіс[16].

Оқытудың ақпараттық технологиясында қолданылатын бағдарламаны қамтамасыз етуді бірнеше категорияға бөлуге болады:

• Оқытатын , бақылайтын және үйрететін жүйелер;

• Ақпарат іздеу жүйесі;

• Модельдеу бағдарламалары , микромирлер;

• Танымдық сипаттағы инструменттік құралдар;

• Әмбебап сипаттағы инструменттік құралдар;

• Коммуникацияны қамтамасыз етуге арналған инструменттік құралдар;

Модельдеу бағдарламалары мен микромирлер- бұл ерекше аз мамандандырылған бағдарламалар, оларды компьютерде арнайы қолдану оның кейбір мәселелерін зерттеуге тура келеді[17].

Инструменттік құралдар деп- жаңа электрондық ресурстар жасауды қамтамасыз ететін бағдарламаларды айтады:

- Әр түрлі форматты файлдар;
- Мәліметтер қоры;
- Бағдарламалық модельдер;
- Жекеленген бағдарламалар мен бағдарламалар жиыны.

Мұндай құралдар пәндік бағытта болуы мүмкін, сол сеілді нақты міндеттер ерекшелігі мен қолдану саласына тәуелді болмауы да мүмкін. Білім үрдісінде қолдануға негізделген бағдарламалық құралдарда сақталатын негізгі талаптар – бұл жеңілдік пен табиғилық оқушының оқу материалымен жеңіл танысуына мүмкіндік жасау. Бағдарламаларға сай келетін талаптар мен сипаттамалары НСИ (ағылшын тілінде“ Human –Computer Interface” “Интерфейс- адам-компьютер”) аббревиатурасымен белгілеу қабылданған. Бұл сөзбе – сөз аударды адаммен сұхбаттасуға арнаған компьютерлік бағдарламалар деп түсінуге болады[19].

Көбінесе қашықтан оқыту бағдарламалары оған барынша мол қол жеткізуге мақсатталған және оқыту сапасына аса анық емес талаптар қояды. Мұндай бағдарламаны білім сапасын жетілдіруі үшін орындауы міндетті талаптар қатарын құрастыруға болады:

- Сапасы мен мүмкіндігі жоғары білім еңістігін құру, кәдімгі оқу орындары ұсынатын мүмкіндіктерден жоғары білім ортасын жасау;
 - Internet желісінде әмбебап компьютерлік кітапхана құру, кез- келген уақытта қолданушыға қол жеткізерлік және кәдімгі кітапхана көлемді ақпарат беруі тиіс;
 - Желі бойынша педагогтармен қарым- қатынас ұйымдастыру;
 - Оқытушының да, оқушының да білімін компьютермен тексеру жүйесін жасау[18].
- Төмендегідей базалық шарттар сақталған жағдайда сапалы білімге қол жеткізуге болады:
- Қымбат тұратын технологиялар мен бағдарлама өнімдері қолдану;
 - Іштей және қашықтықтан оқыту түрлерін біріктіру;
 - Қажетті ақпараттық ресурстарды табуды жеңілдететін тлық каталогтар жасау[20].

ӘДЕБИЕТ

- [1] «Ақпараттық технология және қашықтықтан оқыту» Мұхамбетжанова С.Т. п.ғ.к., ББЖКБАРИ
- [2] Қазақстан Республикасының білім беру жүйесін 2010 жылға дейін дамытуды Мемлекеттік бағдарламасы.
- [3] Қазақстан Республикасының білім беру жүйесін 2010 жылға дейін дамыту тұжырымдамасы
- [4] Білім беру жүйесін 2003-2005 жылға дейін ақпараттандырудың Мемлекеттік бағдарламасы.
- [5] Морева Н.А. Педагогика седнего профессионального образования: Учеб. Пособие для студентов высш. Пед. Учеб. заведений. М.:Академия,2001. С.26.
- [6] Введения в педагогическую деятельность :Учеб. пособие для студ. высш. пед. Учеб, заведений. М.:Академия,2002. С.66.
- [7] Захарова И.Г. информационные технологии образования: Учеб, заведений. М.:Академия,2003.
- [8] Бөрібаев Б, Балапанов Е. Жаңа ақпараттық технологиялар.- Алматы, ,2001. [9] Информационные технологии.- Москва,2005.
- [10]Қазақ тілі терминдерінің салалық ғылыми түсіндірме сөздігі: Информатика және компьютерлік техника. Алматы «Мектеп баспасы» ЖАҚ, 2002.-456 бет.
- [11] Жоғары оқу орнында болашақ мқғалімдердің педагогикалық іс- әрекеттерін модельдеу . Қазақстан жоғары мектебі,№1.2007.
- [12] Болашық маманның кәсіби іс- әрекеттерін логикалық моельдеу ерекшеліктері. Қазақстан Жоғары мектебі. Ұлт тағылымы,№ 1. 2007.
- [13] Информатикалық пәндерді оқытудың педагогилық технологиясы . Қазақстан мектебі . №11- Алматы,2006.
- [14] Компьютерлік оқыту программаларын қолдану. Информатика- физика- математика журналы.№3. Алматы,2000.
- [15] М.Сыдықова. Ақпараттық технологиялар арқылы болашақ мамандарды даярлау мәселелері. « Қазақ тілі мен әдебиеті», №1,2007.
- [16] Халықова К.З. «Информатиканы оқыту әдістемесі»: Оқулық/ Халықова К.З/ Тұрғанбаев А.Р., Бстанов Б.Г.- Алматы:2000.
- [17] Хасанова Г. «Информатика пәнін жаңа технологиялармен оқытудың тиімді жолдары» 2005 ж.
- [18] Қазақстан Республикасының білім беру жүйесін 2010 жылға дейін дамытудың Мемлекеттік бағдарламасы
- [19] Қазақстан Республикасының білім беру жүйесін 2015 жылға дейін дамыту тұжырымдамасы
- [20] Садуов Ш. Р.Ақпараттық технология. Алматы, 2009.

REFERENCES

- [1] "Information technology and distance learning" Muhambetzhanova ST p.ğ.q. BBJKBARĪ
- [2] of the development of the educational system of the Republic of Kazakhstan till 2010.
- [3] The concept of the development of the educational system of the Republic of Kazakhstan till 2010
- [4] The State Program on informatization of the education system to the years 2003-2005.
- [5] Morev NA Education sednego profesionalnogo Education: Wçeb. Manual students vişş. Ped. Wçeb zavedeniŷ. Moscow: Academy, 2001. P.26.
- [6] Vvedeniŷya pedagogičeskwyu activity: Wçeb. Manual class college. vişş. ped. Wçeb zavedeniŷ. Moscow: Academy, 2002. P.66.
- [7] IG Zakharova Information Technology Education: Wçeb zavedeniŷ. Moscow: Academy, 2003.
- [8] Buribayev, Balapanov, Y. New information texnologiyalar.-, 2001.
- [9] Information texnologii.- Moscow, 2005.
- [10] The explanatory dictionary of terms of the Kazakh language industry research: computer science and computer engineering. "School Publishing", 2002. 456 pages.
- [11] mğalimderdiŷ pedagogical actions modeling the future of higher education. High school, №1.2007.
- [12] The future's professional activities, making logical moeldew features. High School. Readings of the nation, No. 1, 2007.
- [13] pedagogiiq training courses in computer science technology. School. №11-, 2006.
- [14] PC-learning programs. Īnformatika- jwrnalı.№3 physics and mathematics. Almaty, 2000.
- [15] M.Sidiqova. On the training of specialists in information technology in the future. "Kazakh language and literature", №1,2007.
- [16] Khalikov sc "The methods of teaching computer science": Textbook / Khalikov K.Z / Turganbaev AR, Bstanov B.Ğ.-: 2000.
- [17] G. Hasanov "Computer effective ways of teaching the subject of new technologies" in 2005.
- [18] Until 2010, the state program for the development of the education system of the Republic of
- [19] The concept of the development of the educational system of the Republic of Kazakhstan till 2015
- [20] Saduova in S. R.Aqparattiq technology. Almaty, 2009.

Возможности использования средств новых информационных технологий

Г.Б. Исаева, к.п.н.

Guka_Issaeva@mail.ru

Казахский Государственный Женский Педагогический Университетг, г. Алматы,

Ключевые слова: Для передачи данных (FTP передачи), www-сервер, титульный экран, видеоматериалы

Аннотация. Образование и обучение являются время жизни процессов, они не имеют никаких ограничений по срокам начала и остановки. В нашей повседневной жизни мы познаем новые вещи и это помогает нам в изменении, как мы уйдем. Образование дает нам информацию, и тогда мы должны узнать и обработать эту информацию для собственных нужд. Очень важно сделать образование доступным в любой момент, каждый из них; это поможет в снижении уровня неграмотности. Информационные технологии имеет возможность ускорения доставки информации, так что эта возможность может быть использована в совершенствовании образовательной среды. С внедрением информационных технологий, расходы на связи учебного материала вырубаются и это делает его легким для студентов, чтобы учиться в любом месте.

Новые технологии изменяют способ, которым мы учимся и они также изменили процесс преподавания. Как преподаватели, так и студенты используют эти новые образовательные технологии для архивации конкретных учебных целей.

Исаева Гульнара Бостановна кандидат педагогических наук, ассоц профессор, Казахский Государственный Женский Педагогический Университет (КазГосЖенПУ), ул. Айтеке би 99, г. Алматы, Guka_issaeva@mail.ru 87786829331,инд

G.B. Issayeva, candidate of pedagogic sciences, associate professor

МАЗМҰНЫ

Жер қыртысындағы геодинамикалық процесстерің зерттеуінің жер - ғарыштық әдістері

<i>Бибосінов А.Ж., Шигаев Д.Т., Кирсанов А.В.</i> Қапшағай гидротехникалық ғимараты бұзбайтын тәсілімен зерттеу.....	5
<i>Серікбаева Э.Б.</i> Геологиялық ерекшеліктерді анықтауда жылулық өрістің мәліметтерін өңдеу әдісін Солтүстік Тянь-Шань мысалында көрсету.....	12
<i>Вилев А.В., Султанова Д.М., Акбергенов Е.М.</i> Солтүстік Тянь-Шань аймағының литосферасын геодинамикалық аудандастыру.....	16
<i>Жантаев Ж.Ш., Қалдыбаев А.А., Бибосінов А.Ж.</i> Климаттың өзгеруі мен мұздықтың қысқаруының өзен суына әсерін статистикалық әдіс арқылы талдау.....	21
<i>Жантаев Ж.Ш., Бибосінов А.Ж., Қалдыбаев А.А., Жүнісбекова В.Е., Нұрақынов С.М.</i> Алматы қ. аймағының қазіргі геодинамикалық үрдістерін геоақпараттық талдау.....	27
<i>Жантаев Ж.Ш., Бибосінов А.Ж., Торыбаев Б.С.</i> Серіктік GPS-мәліметтерді қолдана отырып Қазақстан территориясындағы жер қыртысының кернеулі-деформациялы күйінің (КДК) параметрлерін есептеу.....	34

Теориялық және тәжірибелік зерттеулер

<i>Иманбаева А.К., Темірбаев А.А., Намазбаев Т.А., Хохлов С.А.</i> Фракталдық құрылымдардың негізінде жасалынған антенналардың көпжиіліктік қасиеттері.....	40
<i>Алексеева Л.А., Украинаец В.Н., Гирнис С.Р.</i> Қозғалмалы мерзімді жүктеменің серпімді жартылай кеңістіктегі көп қатпарлы қабыққа әрекеті туралы міндет.....	47
<i>Бараев А., Жұмабаев М.Ж., Баймишева А.Ж., Ниязыметов А.Д., Бариев М.</i> Бойлық пен көлденең бағыттарындағы серпінді күйлерін зерттеу.....	57
<i>Макешева К.К.</i> Тепетендіксіз жағдайында су кластерлік моделі туралы.....	62
<i>Бараев А., Жұмабаев М.Ж., Баймишева А.Ж., Ниязыметов А.Д., Бариев М.</i> Икемді байланыстардың кеңістік қозғалыстағы дифференциалды тендеулерін және оның сипаттама әдісі арқылы шешілуін зерттеу.....	66
<i>Макешева К.К., Канатчинов А.К.</i> Термоэмиссионды энергия түрлендіргіштерінің төменгі вольтты доғасының вольт амперметрлік сипаттамасын модельдеу.....	71
<i>Дюсембина Ж.К., Туменбаева А.А.</i> Көріну қағидаты – «алтын ереже дидактикасы».....	78
<i>Дюсембина Ж.К., Байдильдинова А.М.</i> Оқушылардың экологиялық құзыреттілігін қалыптастыру негізі ретінде – білім беруді экологияландыру.....	83
<i>Байтімбетова Б.А., Рябикин Ю.А., Мансуров З.А.</i> Көміртекті наноматериалдардың құрылымдық қасиеттерін зерттеу.....	88
<i>Шалданбаев А.Ш., Оразов И.О., Сапрыгина М.Б.</i> Аргументі ауытқыған жылу теңдеуінің периодты есебінің күшті шешілуі туралы.....	95
<i>Сейтмұратов А.Ж., Рсаева А.А., Жумагулова Г.</i> Құрылыс конструкцияларындағы қатпарлы қалақшалардың жуық тербеліс теңдеуі.....	99
<i>Сапрыгина М.Б., Шалданбаев А.Ш., Оразов И.О.</i> Аргументі ауытқыған жылу теңдеуінің антипериодты есебінің күшті шешілуі туралы.....	105
<i>Ділман Т.Б., Серікбол М.С.</i> Көп өлшемді кеңістіктегі бір интегралдық геометрия есебі туралы.....	109
<i>Оразов И.О., Сапрыгина М.Б., Шалданбаев А.Ш.</i> Аргументі ауытқыған жылу теңдеуінің Коши-Дирихле есебінің күшті шешілуі туралы.....	118
<i>Асқарова Ғ.А., Тульбасова Б.Қ.</i> Қазіргі заман талабына сай әлеуметтік құзыретті оқушыны қалыптастырудағы теориялық негіздер.....	122
<i>Исаева Г.Б., Қылышбекова Н.</i> Жоғары оқу орны студенттерінің білімін бағалау критерийлері.....	127
<i>Сапрыгина М.Б., Шалданбаев А.Ш., Оразов И.О.</i> Аргументі ауытқыған жылу теңдеуінің жартылай бекіген есебінің күшті шешілуі туралы.....	134
<i>Есенғабыев І.Ж., Алдабергенова А.О., Сүлеймен Ж.</i> Оқушылардың жеке басының интеллектуалды дамуына ақпараттық-коммуникациялық технологиялардың әсері.....	138
<i>Хамзина Б.С.</i> Сызықтық сүзгі коэффициентінің қабатқа сұйық заттың қозғалыс үшін түпкі гидродинамикалық міндет.....	144
<i>Шалданбаев А.Ш., Сапрыгина М.Б., Оразов И.О.</i> Аргументі ауытқыған жылу теңдеуінің Коши-Нейман есебінің күшті шешілуі туралы.....	150
<i>Исаева Г.Б.</i> Жаңа ақпараттық технология құралдарын пайдалану мүмкіндіктері.....	154

СОДЕРЖАНИЕ

Наземно-космические методы исследования геодинамических процессов в земной коре

<i>Бибосинов А.Ж., Шигаев Д.Т., Кирсанов А.В.</i> Неразрушающий метод исследования Капчагайского гидротехнического сооружения.....	5
<i>Серикбаева Э.Б.</i> Методика обработки данных теплового поля для выявления геологических особенностей на примере Северного Тянь-Шаня.....	12
<i>Виляев А.В., Султанова Д.М., Акбергенов Е.М.</i> Геодинамическое районирование литосферы Тянь-Шаня.....	16
<i>Жантаев Ж.Ш., Калдыбаев А.А., Бибосинов А.Ж.</i> Статистический подход к анализу речных стоков в ответ на изменение климата и сокращение ледников.....	21
<i>Жантаев Ж.Ш., Бибосинов А.Ж., Калдыбаев А.А., Джунисбекова В.Е., Нурақынов С.М.</i> Геоинформационный анализ современных геодинамических процессов на территории г. Алматы.....	27
<i>Жантаев Ж.Ш., Бибосинов А.Ж., Торыбаев Б.С.</i> Расчет параметров напряженно-деформированного состояния земной коры территории Казахстана по спутниковым GPS-данным.....	34

Теоретические и экспериментальные исследования

<i>Иманбаева А.К., Темирбаев А.А., Намазбаев Т.А., Хохлов С.А.</i> Многочастотное свойство антенн на основе фрактальных структур.....	40
<i>Алексеева Л.А., Украинец В.Н., Гирнис С.Р.</i> Задача о действии подвижной периодической нагрузки на многослойную оболочку в упругом полупространстве.....	47
<i>Бараев А., Жумабаев М.Ж., Баймишева А.Ж., Ниязыметов А.Д., Бариев М.</i> Исследование динамических условий на фронтах продольных и поперечных волн.....	57
<i>Макешева К.К.</i> О кластерной модели воды в неравновесных условиях.....	62
<i>Бараев А., Жумабаев М.Ж., Баймишева А.Ж., Ниязыметов А.Д., Бариев М.</i> Исследования дифференциальных уравнений пространственного движения гибких связей и ее решения методом характеристик.....	66
<i>Макешева К.К., Канатчинов А.К.</i> Моделирование вольтамперных характеристик низковольтной дуги термоэмиссионных преобразователей энергии.....	71
<i>Дюсембина Ж.К., Туменбаева А.А.</i> Принцип наглядности – «золотое правило дидактики».....	78
<i>Дюсембина Ж.К., Байдильдинова А.М.</i> Экологизация образования – как основа формирования экологической компетентности учащихся.....	83
<i>Байтимбетова Б.А., Рябкин Ю.А., Мансуров З.А.</i> Исследование структурных свойств углеродных наноматериалов.....	88
<i>Шалданбаев А.Ш., Оразов И.О., Сапрыгина М.Б.</i> О сильной разрешимости периодической задачи уравнения теплопроводности с отклоняющимся аргументом.....	95
<i>Сейтмұратов А.Ж., Рсаева А.А., Жумагулова Г.</i> Приближенное уравнение колебания слоистых пластин в строительных конструкциях.....	99
<i>Сапрыгина М.Б., Шалданбаев А.Ш., Оразов И.О.</i> О сильной разрешимости антипериодической задачи уравнения теплопроводности с отклоняющимся аргументом.....	105
<i>Дильман Т.Б., Серикбол М.С.</i> Об одной задаче интегральной геометрии в многомерном пространстве.....	109
<i>Оразов И.О., Сапрыгина М.Б., Шалданбаев А.Ш.</i> О сильной разрешимости задачи Коши-Дирихле уравнения теплопроводности с отклоняющимся аргументом.....	118
<i>Аскарова Г.А., Тульбасова Б.К.</i> Теоретическая основа формирования социальной компетенции у учащихся современного мира.....	122
<i>Исаева Г.Б., Кылышбаева Н.</i> Критерий оценивания знаний студентов высшего учебного заведения.....	127
<i>Сапрыгина М.Б., Шалданбаев А.Ш., Оразов И.О.</i> О сильной разрешимости полужакопленной задачи уравнения теплопроводности с отклоняющимся аргументом.....	134
<i>Есенгабылов И.Ж., Алдабергенова А.О., Сулеймен Ж.</i> Влияние информационно-коммуникационных технологий на интеллектуальное развитие личности учащихся.....	138
<i>Хамзина Б.С.</i> Гидродинамическая задача движения жидкости в конечном пласте для линейного коэффициента фильтрации.....	144
<i>Шалданбаев А.Ш., Сапрыгина М.Б., Оразов И.О.</i> О сильной разрешимости задачи Коши-Неймана уравнения теплопроводности с отклоняющимся аргументом.....	150
<i>Исаева Г.Б.</i> Возможности использования средств новых информационных технологий.....	154

CONTENTS

Ground-space based research methods of geodynamic processes in the Earth crust

<i>Bibossinov A.Zh., Sshigaev D.T., Kirsanov A.V.</i> Nondestructive method of research on the Kapchagai hydraulic structure.....	5
<i>Serikbayeva E.B.</i> Method of thermal field data processing for investigation of geological features on north Tian-Shan's example.....	12
<i>Vilyayev A.V., Sultanova D.M., Akbergenov E.M.</i> Geodynamic zonation of north Tien-Shan region lithosphere.....	16
<i>Zhantayev Zh.Sh., Kaldyabayev A.A., Bibossinov A.Z.</i> Statistical approach to analysing stream discharge in response to climate change and glacier shrinkage.....	21
<i>Zhantayev Zh.Sh., Bibossynov A.Zh., Kaldyabayev A.A., Junisbekova B.E., Nurakynov S.M.</i> GIS analysis of modern geodynamic processes on the territory of Almaty.....	27
<i>Zhantayev Zh., Bibossinov A., Torybayev B.</i> Calculation the stress-strain state parameters of the Earth's crust on the Kazakhstan territory using satellite GPS-data.....	34

Theoretical and experimental researches

<i>Imanbayeva A.K., Temirbayev A.A., Namazbayev T.A., Khohlov S.A.</i> The multi-frequency properties of antennas based on fractal structures.....	40
<i>Alexeyeva L.A., Ukrainets V.N., Girnis S.R.</i> Task about action of mobile periodic load on the multilayered cover in the elastic half-space.....	47
<i>Barayev A., Zhumabayev M.Zh., Baimisheva A.Zh., Niyazymetov A.D., Bariyev M.</i> Research of dynamic terms on fronts of longitudinal and transversal waves.....	57
<i>Makesheva K.K.</i> On cluster model of water under nonequilibrium conditions.....	62
<i>Barayev A., Zhumabayev M.Zh., Baimisheva A.Zh., Niyazymetov A.D., Bariyev M.</i> Researches of differential equalizations of spatial motions of flexible connections and their solution by the method of descriptions.....	66
<i>Makesheva K.K., Kanatchinov A.K.</i> Simulation of current-voltage characteristics of low-voltage arc thermionic energy converters.....	71
<i>Dyusembina Zh.K., Tunenbayeva A.A.</i> Principle of evidentness is «gold rule of didactics».....	78
<i>Dyusembina Zh.K., Baidildinova A.M.</i> Greening of education as a basis of the formation of ecological competence of students.....	83
<i>Baitimbetova B.A., Ryabikin Yu.A., Mansurov Z.A.</i> Investigation of structural properties of carbon nanomaterials.....	88
<i>Shaldanbayev A.Sh., Orazov I.O., Saprygina M.B.</i> About strong resolvability of a periodic problem of the equation of heat conductivity with the deviating argument.....	95
<i>Seitmuratov A.Zh., Rsaeva A.A., Zhumagulova G.</i> Close equalizations of oscillation of sloystykh plates in stroytel'nykh constructions.....	99
<i>Saprygina M.B., Shaldanbayev A.Sh., Orazov I.O.</i> About strong resolvability of an anti-periodic problem of the equation of heat conductivity with the deviating argument.....	105
<i>Dilman T.B., Serikbol M.S.</i> About one integral geometry problem for family curves in multidimensional space.....	109
<i>Orazov I.O., Saprygina M.B., Shaldanbayev A.Sh.</i> About strong resolvability of a task of Cauchy-Dirikhle of the equation of heat conductivity with the deviating argument.....	118
<i>Askarova G.A., Tulbasova B.K.</i> Nowadays reguerelement of epoch student ravine socialcompetense bases of theory on to form.....	122
<i>Issayeva G.B., Kylyshpaeva N.</i> Assessing student learning in general education.....	127
<i>Saprygina M.B., Shaldanbayev A.Sh., Orazov I.O.</i> About strong resolvability of the semi-fixed problem of the equation of heat conductivity with the deviating argument.....	134
<i>Yessengabylov I.Zh., Aldabergenova A.O., Suleymen Zh.</i> Intellectual development of pupils' personalities in the conditions of education information.....	138
<i>Hamzina B.S.</i> The hydrodynamic problem of fluid motion in the final formation of a linear filtration coefficient.....	144
<i>Shaldanbayev A.Sh., Saprygina M.B., Orazov I.O.</i> About strong resolvability of a task of Cauchy-Neumann of the equation of heat conductivity with the deviating argument.....	150
<i>Issayeva G.B.</i> Possible use of new information technologies.....	154

**Publication Ethics and Publication Malpractice
in the journals of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan**

For information on Ethics in publishing and Ethical guidelines for journal publication see <http://www.elsevier.com/publishingethics> and <http://www.elsevier.com/journal-authors/ethics>.

Submission of an article to the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan implies that the described work has not been published previously (except in the form of an abstract or as part of a published lecture or academic thesis or as an electronic preprint, see <http://www.elsevier.com/postingpolicy>), that it is not under consideration for publication elsewhere, that its publication is approved by all authors and tacitly or explicitly by the responsible authorities where the work was carried out, and that, if accepted, it will not be published elsewhere in the same form, in English or in any other language, including electronically without the written consent of the copyright-holder. In particular, translations into English of papers already published in another language are not accepted.

No other forms of scientific misconduct are allowed, such as plagiarism, falsification, fraudulent data, incorrect interpretation of other works, incorrect citations, etc. The National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan follows the Code of Conduct of the Committee on Publication Ethics (COPE), and follows the COPE Flowcharts for Resolving Cases of Suspected Misconduct (http://publicationethics.org/files/u2/New_Code.pdf). To verify originality, your article may be checked by the Cross Check originality detection service <http://www.elsevier.com/editors/plagdetect>.

The authors are obliged to participate in peer review process and be ready to provide corrections, clarifications, retractions and apologies when needed. All authors of a paper should have significantly contributed to the research.

The reviewers should provide objective judgments and should point out relevant published works which are not yet cited. Reviewed articles should be treated confidentially. The reviewers will be chosen in such a way that there is no conflict of interests with respect to the research, the authors and/or the research funders.

The editors have complete responsibility and authority to reject or accept a paper, and they will only accept a paper when reasonably certain. They will preserve anonymity of reviewers and promote publication of corrections, clarifications, retractions and apologies when needed. The acceptance of a paper automatically implies the copyright transfer to the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan.

The Editorial Board of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan will monitor and safeguard publishing ethics.

Правила оформления статьи для публикации в журнале смотреть на сайте:

[www:nauka-nanrk.kz](http://www.nauka-nanrk.kz)

<http://www.physics-mathematics.kz>

Редактор *М. С. Ахметова*
Верстка на компьютере *Д. Н. Калкабековой*

Подписано в печать 10.11.2015.
Формат 60x881/8. Бумага офсетная. Печать – ризограф.
10,2 п.л. Тираж 300. Заказ 6.