

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**

4 (308)

ШІЛДЕ – ТАМЫЗ 2016 ж.

ИЮЛЬ – АВГУСТ 2016 г.

JULY – AUGUST 2016

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 **Байғұнчечков 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 ең 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, 2016

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, 2016

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

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

PHYSICO-MATHEMATICAL SERIES

ISSN 1991-346X

Volume 3, Number 307 (2016), 11 – 14

UDK 550.388.2

THE NATURE OF BIFURCATION OF THE DYNAMICAL SYSTEMS**V.M. Somsikov**

«Institute of Ionosphere» JSC «National Center of Space Research and Technology», Almaty
vmsoms@rambler.ru

Key words: bifurcation, dynamics, symmetry breaking, the dynamics equation.

Abstract. A new approach to the description of the bifurcation process is submitted. It is based on the assertion of the infinite divisibility of the matter. According to this statement in the nature there are not material points, and there are only systems. To describe the system it is required to use micro and macro variables. Microvariables describe the internal dynamics of the system, and macro variables describe the dynamics of systems in the space. In this case, the bifurcation from a mathematical point of view is the need to move to micro-descriptions remove features dynamic equations of the system.

УДК 550.388.2

О ПРИРОДЕ БИФУРКАЦИИ ДИНАМИЧЕСКИХ СИСТЕМ**В.М. Сомсиков**

ДТОО «Институт ионосферы» АО «НЦКИТ», Алматы,

Ключевые слова: бифуркация, динамика, нарушение симметрии, уравнения динамики.

Аннотация. Предложен новый подход к описанию бифуркационных процессов. Он опирается на утверждение о бесконечной делимости материи. Согласно этому утверждению в природе нет материальных точек, а существуют только системы. Для описания систем необходимо использование микро- и макропеременных. Микропеременные описывают внутреннюю динамику системы, а макропеременные описывают динамику систем в пространстве. В этом случае бифуркация с математической точки зрения означает необходимость перехода к микроописанию для снятия особенности уравнения динамики системы.

Введение. Бифуркация - одно из ключевых свойств динамических систем. С бифуркацией мы часто сталкиваемся в природе. Это резкое изменение состояния атмосферы в результате нарушения ее равновесия, образование торнадо, лавины, сели, землетрясения. Ею называют явление внезапной перестройки движения при незначительном изменении управляющего параметра системы [1-6]. Она отвечает за нарушение симметрии.

Дадим математическое определение бифуркации. Пусть будет задана динамическая система, динамика которой определяется системой дифференциальных уравнений. Эти уравнения в общем случае могут содержать управляющий параметр. В определенных случаях таким параметром может быть одна из независимых переменных.

Запишем это уравнение так:

$$\dot{x} = f(x, \mu) \quad (1)$$

x - в общем случае вектор.

Предположим, что система (1) имеет стационарное решение x^0 , которое зависит от управляющего параметра μ . Пусть имеется такая точка μ^0 , что если $\mu > \mu^0$, то система (1) неустойчива, а если $\mu < \mu^0$, то система устойчива. Если с ростом μ меняется топологическая картина фазового портрета системы, то говорят, что $\mu = \mu^0$ является точкой бифуркации.

Бифуркация наглядно представляется в задаче с шариком, находящимся на вершине хребта (см. рис.1). То, что шарик может с равной вероятностью скатиться как по его левому склону, так и по правому, и означает бифуркацию.

Сущность бифуркации заключается в том, что в определенных точках фазового пространства решение уравнений, описывающих динамику систем, неустойчиво. Оно раздваивается или меняет свой характер. Понятие бифуркации играет существенную роль для точечных отображений - раздел теории динамических систем с дискретным временем [7].

Для решения бифуркационных задач, как правило, приходится использовать понятие вероятности. Однако, если принять бесконечную делимость материи, которая следует из механики СЧ [8], то можно предложить аналитический путь ее решения в рамках динамических уравнений. Это связано с тем, что при учете иерархичности материи, точка бифуркации приобретает структуру, а особенность в этой точке исчезает в результате введения микроописания. Попросту говоря, на микроуровне точка бифуркации перестает быть точкой и становится некоторой областью пространства микропеременных.

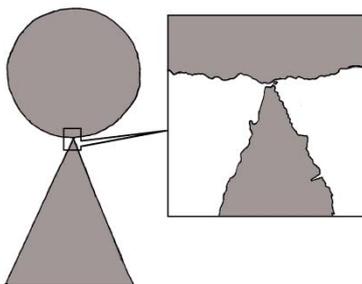


Рисунок 1 – Пояснение к физике бифуркации

Это подобно появлению скрытых микропеременных задачи, которые появляются в особых точках уравнений при переходе к микроописанию.

Действительно, рассмотрим диск на вершине треугольника. Если принять, что диск и сама вершина являются системами из подвижных микроэлементов (см. рис.1), то тогда бифуркационная задача будет сведена к задаче определения уравнения движения диска, как системы микрочастиц, с соответствующей структурной формой микроповерхности диска и с аналогичной микроструктурой вершины треугольника [8]. При переходе к микроописанию бифуркационная особенность, связанная с усреднением по микропеременным, исчезает.

Понятно, что решить бифуркационную задачу при огромном количестве микрочастиц, соответствующих молекулярной структуре, практически нереально. Но с точки зрения физики процесса взаимодействия систем очень важно, что на самом деле подобная задача имеет строгое решение в рамках законов классической механики. Это означает, что статистические методы решения задачи о бифуркации могут быть определены из законов классической механики. Сама природа нарушения симметрии связана с трансформацией внутренней энергии в энергию движения систем.

Аналогичный случай мы имеем в задаче с бросанием монеты. Очевидно, что эта классическая задача становится детерминированной, если задать начальные условия для микроструктуры монеты и внешнего воздействия на нее.

Предложенный путь «снятия бифуркации» может иметь принципиальное значение, например, для понимания механизма спонтанного нарушения симметрии в физике микромира [9]. Спонтанное нарушение симметрии - устоявшийся термин в квантовой механике. Это явление

наблюдается при слабых взаимодействиях вблизи низших уровней энергии доступных состояний квантовой системы. Если в окрестности этих состояний имеются точки бифуркации, то нарушение симметрии связано с тем, что система займет одно из устойчивых состояний. Спонтанное нарушение симметрии также имеет место при сверхтекучести гелия, при сверхпроводимости, в квантовой теории поля, в моделях электрослабого взаимодействия [10].

Трудности объяснения механизма спонтанного нарушения симметрии, как правило, связаны с тем, что все задачи взаимодействия тел традиционно решаются в рамках эмпирически модифицированного канонического гамильтонова формализма, либо в рамках статистических законов. При таком подходе к решению задач, необратимость времени фактически вводится руками, опираясь на статистические законы или какие-либо гипотезы, или эксперименты. Этого можно избежать, если опираться на механику СЧ. Действительно, поскольку материя делится до бесконечности [8], то во всяких эволюционных процессах в той или иной степени всегда проявляется структурность систем. Согласно механике СЧ, наличие структурности тел приводит к диссипации энергии движения в результате ее трансформации во внутреннюю энергию системы. Поэтому в бифуркационных процессах и возникает нарушение симметрии времени. Следовательно, учет структурности систем в точках бифуркации позволяет снимать особенности уравнения динамики в этих точках. Т.е. можно утверждать, что в таких точках следует учитывать диссипативность или непотенциальность взаимодействий, которая связана с необходимостью учета микроструктуры материи.

Таким образом, на примере проблем бифуркации видно, как с помощью перехода на нижний иерархический уровень описания материи, которое возникает в результате учета микроструктуры, можно снимать бифуркационные особенности задачи. Другими словами, **наличие особых точек задачи в определенных случаях требует перехода на микроописание**. Не исключено, что это заключение обладает большой общностью. Оно указывает путь снятия различных физических особенностей в задачах динамики в макро- и микромире.

Отметим, что рассмотренный здесь механизм бифуркации, связанный с нелинейными эффектами, пригоден и для объяснения «бабочкай эффектов» [7,10]. Действительно, при описании бабочкай эффектов остро встает вопрос о существовании предельных минимальных масштабов, при которых возможно детерминированное макроописание систем. Если этот минимальный масштаб приближается к масштабам задачи, то тогда возникает необходимость переходить к микроописанию системы, как в случае бифуркации. То есть, в этом случае следует использовать уравнения для микроописания. Как правило, усреднение этих уравнений по микромасштабам приводит к уравнениям макроописания. Это, например, имеет место при переходе от кинетического описания к гидродинамическому описанию. Отсюда понятно, что уравнения гидродинамики должны вытекать из кинетических уравнений примерно так же, как уравнение движения Ньютона вытекает из уравнения движения СЧ при пренебрежении процессами изменения внутренней энергии.

При попытках описать «бабочкай эффект» на основе уравнения Навье – Стокса, приходится также сталкиваться с проблемой необходимости вывода этого уравнения из уравнений, записанных на уровне микроописания, поскольку на самом деле уравнение Навье–Стокса должно представлять собой предельный случай уравнений микроописания, округление масштабов которых и приводит к уравнениям сплошной среды.

Из предложенных механизмов, объясняющих нарушение симметрии [8], следует важный вывод. Скорее всего, проблемы, связанные с нарушением симметрий, например, в физике элементарных частиц, объясняются не тем, что возможно «мы подошли к границе, до которой можно было считать законы природы простейшими из возможных» [9], а тем, что наши модели тел и соответствующие им теории, ограничены. К примеру, задавая идеальными поверхности тел, мы пренебрегаем тем фактом, что любые тела состоят из элементов. В определенных случаях это приводит к существенным искажениям реальности. Действительно, приняв модель тела, движущегося в потенциальном поле сил в виде бесструктурной МТ, мы приходим к обратимой динамике. Но в реальности динамика тел необратима. Обратимость динамики тела исчезает, как только учитывается делимость материи до бесконечности [8]. Тогда, согласно механике СЧ, динамика тела в неоднородном поле сил необратима.

Кроме того, причина многих проблем, возникающих при описании динамики систем, также может быть связана еще и с тем, что пока недостаточно известны законы, определяющие возникновение систем из элементов.

Работа выполнена в рамках проекта РБП-076: «Изучить механизмы взаимосвязи вариаций геофизических параметров на земной поверхности и в верхних слоях атмосферы, обусловленных источниками земного и космического происхождения», Регистрационный номер (РН) 0115РК01274.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Лоскутов Ю.А. Очарование хаоса. УФН, 2010, Т.150, № 12, С. 1305-1329.
- [2] Малинецкий Г.Г., Курдюмов С.П. Нелинейная динамика и проблемы прогноза, Вестник РАН, 2001, Т. 71, № 3, С. 210-232.
- [3] Мун Ф. Хаотические колебания, М., Мир, 1990, 311 с.
- [4] Ширков Д.В. 60 лет нарушенным симметриям в квантовой механике, УФН, 2009, Т.179, № 6, С. 581-589.
- [5] Закржевский М.В., Смирнова Р.С., Щукин И.Т. и др. Нелинейная динамика и хаос, Бифуркационные группы и хаос, Рига, РТУ, 2012, 181 с.
- [6] Фейгенбаум М. Универсальность в поведении нелинейных систем. // УФН. – 1983. –Т.141, № 2. – С. 343-375.
- [7] Лоскутов А.Ю., Михайлов А.С. Введение в синергетику, М.: Наука, 1990, 272 с.
- [8] Сомсиков В.М. От механики Ньютона к физике эволюции, Алматы, Наука, 2014, 272 с.
- [9] Nambu Y. Спонтанное нарушение симметрии в физике элементарных частиц: пример плодотворного обмена идеями, УФН, 2009, Т.179, №12, С. 1323-1326.
- [10] Вигнер Е. Нарушение симметрии в физике, УФН, 1966, Т. 89, № 3, С.453-466.

REFERENCES

- [1] Loskutov Yu. Charm of the chaos. UFN, 2010 T.150, number 12, p. 1305-1329.
- [2] Malinetskii G.G. Kurdyumov S.P. Nonlinear dynamics and prediction problems, Herald of the RAS, 2001, T. 71, number 3, p. 210-232.
- [3] Moon F. Chaotic oscillations, M.: World, 1990, 311 p.
- [4] Shirkov D.V. 60 years of broken symmetries in quantum mechanics, UFN, 2009 T.179, number 6, p. 581-589.
- [5] Zakrzewski M.V., Smirnova R.S., Shchukin I.T. et al. Non-linear dynamics and chaos, bifurcation and chaos group, Riga, RTU, 2012, 181 p.
- [6] M. Feigenbaum Universality in the behavior of nonlinear systems. // UFN. - -Т.141 1983, № 2. - S. 343-375.
- [7] Loskutov A., Yu., Mikhailov A.S. Introduction to synergy, M.: Science, 1990, 272 p.
- [8] Somsikov V.M. From Newton's mechanics to the physics of evolution, Almaty, Science, 2014, 272 p.
- [9] Nambu Y. Spontaneous symmetry breaking in particle physics: the example of the fruitful exchange of ideas, UFN, 2009 T.179, №12, pp 1323-1326.
- [10] Wigner E. Symmetry breaking in physics, UFN, 1966, T. 89, number 3, p.453-466.

ТАБИҒАТТАҒЫ ДИНАМИКАЛЫҚ ЖҮЙЕДЕГІ БИФУРКАЦИЯ ҚАСИЕТІ ТУРАЛЫ

В.М. Сомсиков

ЕЖШС «Ионосфера институты»;
«Ұлттық ғарыштық зерттеулер мен технологиялар орталығы» АҚ, Алматы

Түйін сөздер: бифуркация, динамика, симметриялық бұзылу, динамикалық теңестіру.

Аннотация. Бифуркациялық үрдістердің сипаттамасына жаңа анықтамалар ұсынылды. Ол моетрияның шексіз бөлінбейтіні туралы пікірлерге сүйенеді. Осыған байланысты табиғатта материалдық нүктелер жоқ, тек жүйелер ғана бар. Жүйелерді сипаттау үшін микро- және макро- айнымалы шамаларды қолдану керек. Микро- айнымалы шамасы ішкі динамика жүйесін сипаттайды, ал макро- айнымалы шамасы кеңістіктегі динамикалық жүйелерді сипаттайды. Осындай жағдайларда бифуркацияны математикалық жағынан алғанда жүйелерді динамикалық теңестіру ерекшелігін алу үшін микро сипаттамасына ауысу қажеттілігін көрсетеді.

Поступила 17.06.2016 г.

СОДЕРЖАНИЕ

Процессы в околоземном космическом пространстве

<i>Яковец А.Ф., Гордиенко Г.И., Жумабаев Б.Т., Литвинов Ю.Г., Абдрахманов Н.</i> Статистика ночных увеличений электронной концентрации в максимуме F2-слоя.....	5
<i>Сомсиков В.М.</i> О природе бифуркации динамических систем.....	11
<i>Жантаев Ж.Ш., Грищенко В.Ф., Мукушев А.</i> Схемотехническое моделирование защиты электронной аппаратуры от электростатического разряда.....	15
<i>Антонова В.П., Крюков С.В., Луценко В.Ю., Чубенко А.П.</i> Эффекты землетрясений в интенсивности нейтронов тепловых энергий на высокогорной станции Северного Тянь-Шаня.....	20
<i>Салихов Н.М.</i> Новый метод регистрации динамики вспышек ионизации в ионосфере аппаратно-программным комплексом доплеровских измерений на наклонной радиотрассе.....	27

Наземно-космические методы исследования геодинимических процессов в земной коре

<i>Вилев А.В., Жантаев Ж.Ш., Стихарный А.П.</i> Динамика сезонных движений GPS станций на территории Северного Тянь-Шаня.....	34
<i>Хачикян Г.Я., Жумабаев Б.Т., Тойшиев Н.С., Калдыбаев А., Нуракунов С.</i> Вариации солнечной активности и пространственно-временное распределение сильных землетрясений ($M \geq 7.0$) на территории Евразии в 1973-2014 гг.....	40
<i>Бибосинов А.Ж., Шигаев Д.Т., Калдыбаев А.А., Нуракунов С.М., Бреусов Н.Г., Мамырбек Г.Б.</i> Исследование Шардаринского гидрокомплекса методом георадиолокации.....	46
<i>Бибосинов А.Ж., Нуракунов С.М., Калдыбаев А.А., Шигаев Д.Т.</i> Эффективность применения георадиолокационного метода при изучении инженерно-геологических условий на участках Алматинского метрополитена приповерхностного залегания.....	50
<i>Шигаев Д.Т., Мунсызбай Т.М.</i> Маломощная солнечная теплоэлектростанция с максимальным использованием энергии Солнца.....	56
<i>Жантаев Ж.Ш., Хачикян Г.Я., Кайраткызы Д., Андреев А.</i> Долговременные тренды в вариациях продолжительности земных суток и частоты возникновения на планете землетрясений.....	62
<i>Хачикян Г.Я., Жумабаев Б.Т., Сералиев А., Хасанов Э.</i> Пространственное распределение характеристик главного геомагнитного поля и эпицентров глубокофокусных ($h > 350$ км) землетрясений по данным 1973-2014 гг.....	67

<i>Исанова М.К., Коданова С.К., Рамазанов Т.С., Бастыкова Н.Х., Габдуллин М.Т., Молдабеков Ж.А.</i> Сечение рассеяния и тормозная способность в плотной плазме: влияние эффектов дифракции и динамического экранирования.....	73
<i>Кудайкулов А.А., Жозеранд К., Калтаев А.</i> Численное исследование процесса пальцеобразования при течении двух не смешивающихся жидкостей в канале.....	86
<i>Ахметов Б.С., Корченко А.А., Жумангалиева Н.К.</i> Модель решающих правил для обнаружения аномалий в информационных системах.....	91
<i>Бапаев К.Б., Сламжанова С.С., Исаева Г.Б.</i> О дискретных неравенствах.....	101
<i>Боос Э.Г., Альменова А.М., Жуков В.В., Садыков Т.Х., Степанов А., Таутаев Е.М.</i> Исследование взаимодействий частиц космического излучения методом радиоизлучения на высоте 3340 метров над уровнем моря.....	110
<i>Джакупов К.Б.</i> О моделировании динамики вязкой жидкости уравнениями ротора скорости и функции тока.....	117
<i>Джакупов К.Б.</i> Эффективное применение уравнений максвелла и закона ома в численном моделировании двухфазных процессов магнитной гидродинамики.....	124
<i>Исадыков А.Н., Иванов М.А., Сахиев С.К., Жаугашиева С.А., Нурбакова Г.С., Мукушев Б.А.</i> Вычисление ширины распада $\omega(782)$ мезона для реакции $\omega \rightarrow \pi^+ + \pi^- + \pi^0$ в ковариантной модели кварков.....	135
<i>Калмурзаев Б.С.</i> О полурешетках роджерса двухэлементных семейств разностей в п. множеств.....	141
<i>Кошеров Т.С., Жумабекова Г.Е.</i> Исследование структуры и фазового состава поверхности кремния при температурном и лазерном воздействии.....	147
<i>Кошеров Т.С., Көшикбай Б.Қ.</i> Особенности напряженного состояния пластин кремния в процессе термического отжига.....	156
<i>Курманбаев Д.М.</i> Солитонная деформация поверхности энепера третьего порядка.....	163
<i>Майлебаева Д., Тилегенова Д.</i> Метод параметризации при решении трансцендентных уравнений.....	168
<i>Мамаев Ш.М., Даниярбек Р.Н.</i> Ұзындығы шектелген стержеңде пластикалық облыстың және кернеуді жеңілдету толқындырының құрылуын торлық-характеристика әдісімен зерттеу.....	173
<i>Оңгарбаева А.Д.</i> Электрондық білім беру ресурстарын оқу процесінде болашақ мұғалімдерді оқытуда қолдану.....	184
<i>Сүйменбаев Б.Т., Алексеева Л.А., Сүйменбаева Ж.Б., Гусейнов С.Р.</i> Моделирование динамики космического аппарата в гравимагнитном поле земли в системе «MATLAB SIMULINK».....	188
<i>Түленбаев К.М., Шаймарданова Ж.Н., Габдуллин Б.</i> Структурные свойства (α, β) – коммутативных алгебр.....	208
<i>Сарсенгельдин М.М., Касабек С., Сагидолла Б.М.</i> Точное и приближенное решения двухфазовой обратной задачи Стефана.....	214