

## ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 004.056

Рябинин Ю.Е. [Ryabinin Ju.E.], Финько О.А. [Finko O.A.]

### МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ СКРЫТОЙ, ПОМЕХОУСТОЙЧИВОЙ ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ, ПРЕДСТАВЛЕННОЙ В МОДУЛЯРНОМ КОДЕ

### MATHEMATICAL MODEL OF HIDDEN, NOISEPROOF INFORMATION TRANSFER PROVIDED IN THE MODULAR CODE

**Аннотация.** Рассматривается математическая модель скрытой передачи информации по цифровому каналу связи, подверженному деструктивным воздействиям аналитика (помехи). Преодолевается один из недостатков стеганографического метода скрытой передачи информации – возможность стирания скрытых данных, помещенных в стеганографические контейнеры путем их переформатирования, масштабирования, уничтожения и пр. Метод решения задачи – избыточное модулярное кодирование данных, встраиваемых в стеганографические контейнеры различного файлового формата (jpeg, mp3, avi, mpeg4 и др.) и различной потенциальной емкости (путем выбора размера модулей). Множественное использование нескольких стеганографических методов встраивания информации в стеганографические контейнеры различного файлового формата попутно позволило решить и другую задачу – повысить пропускную способность стеганографического канала связи. Для восстановления выходных данных использована оригинальная форма доказательной части Китайской теоремы об остатках впервые предложенная в школе профессора Н.И. Червякова.

**Ключевые слова:** модулярный код, стеганография, Китайская теорема об остатках.

**Abstract.** The mathematical model of hidden information transfer through the digital communication channel exposed to destructive influence of analytics (noise). One of shortcomings of steganographic method of hidden information transfer – the possibility of deleting hidden data placed in steganographic containers by reformatting, scaling, destruction, etc., is overcome. This task solving method is excessive modular coding of data built in steganographic containers of different file formats (jpeg, mp3, avi, mpeg4, etc.) and of different potential capacity (by choosing modules sizes). Multiple use of several steganographic methods of building the information in steganographic containers of different file formats incidentally allowed to solve another problem – increase steganographic communication channel capacity. For recovery the output data, the original form of evidential part of the Chinese remainder theorem offered for the first time at school of professor N.I. Chervyakov was used.

**Key words:** modular code, steganography, Chinese remainder theorem.

УДК 621.391.8

Малофей О.П. (Malofey O.P) Малофей А.О. (Malofey A.O.) Шаньгина А. Е. (Shangin A.E.)

### АНАЛИЗ АЛГОРИТМОВ ПОМЕХОУСТОЙЧИВОГО КОДИРОВАНИЯ И ПОВЫШЕНИЕ ИХ ЭФФЕКТИВНОСТИ В СЛОЖНЫХ СИСТЕМАХ

### ANALYSIS OF ALGORITHMS OF INTERFERENCE CODING AND IMPROVING THE EFFICIENCY IN THE COMPLEX SYSTEMS

**Аннотация:** При создании новых технических решений необходимо обеспечить заданные значения технических параметров при минимально возможных затратах. Целесообразно исполь-

зование принципа минимума затрат при ограничениях на технический эффект, а также на внешнее и внутренние параметры, характеризующие систему защиты информации от ошибок. Методологической основой решения задач оптимизации является теория исследования операций. Так как проектируется система защиты информации от ошибок, обеспечивающая требуемое значение показателя помехоустойчивости  $P_9^{mp}$  при минимальных затратах  $C_{mp}$ , то показатель эффективности всех допустимых проектов могут служить аппаратные затраты на создание устройства надежности обработки  $Y_1$ . Задача оптимального математического программирования сводится к нахождению значений аргумента функции числа повторений сообщения  $m$  и вероятности искажения единичного символа кодовой комбинации  $P_0$ , которые минимизируют функционал, и решается классическим методом множителей Лагранжа.

**Ключевые слова:** множитель Лагранжа, минимум функции, задача оптимизации, функционал, целевая функция, мажоритарное декодирование, помехоустойчивость.

**Abstract:** When creating new technical solutions it is necessary to ensure the technical parameters which set cost is the lowest. It is advisable to use the principle of minimum costs and restrictions on the technical effect, as well as the external and internal parameters that characterize the information protection system errors. The methodological basis for solving optimization problems is also the theory of operations research. Since the system is created to protect information from error, providing the required noise immunity value of the indicator  $P_9^{mp}$  at minimum cost  $C_{mp}$ , the performance indicator of permissible projects may be instrumental in the creation of processing costs reliability of the device  $Y_1$ . The problem of optimal mathematical programming is reduced to finding the number of repetitions of the function argument values of the message  $m$  and the likelihood of distortion of a single character codeword  $P_0$ , which minimize the functional, and can be solved by a classical method of Lagrange multipliers.

**Key words:** Lagrange multiplier, minimum of function, the task of optimization, functional, objective function, infotelecommunication system, majority decoding, noise immunity.

**УДК 532.517+517.95**

**Чиркунов Ю. А. [Chirkunov Yu. A.], Пикмуллина Е. О. [Pikmullina E. O.]**

## **ТОЧНЫЕ РЕШЕНИЯ НЕЛИНЕЙНЫХ УРАВНЕНИЙ МЕЛКОЙ ВОДЫ НАД ПРЯМОЛИНЕЙНЫМ ДНОМ**

### **Exact solutions of nonlinear shallow water equations over square bottom**

Точные решения для каждой математической модели имеют важное значение. Они позволяют оценить, степень адекватности математической модели реальным физическим процессам, после проведения экспериментов, соответствующие этим решениям, а также оценить возникающие отклонения. Точные решения можно использовать для описания некоторых физических процессов. Точные решения являются хорошими тестами для проверки приближенных численных решений. В настоящей работе выполнен групповой анализ однопараметрического семейства уравнений, описывающих в рамках нелинейной одномерной модели мелкой воды распространение поверхностных волн над прямолинейным дном. Параметром этого семейства является угловой коэффициент наклона дна. В результате специального нелокального преобразования годо-

графа, ассоциированного с групповым свойством исходной нелинейной системы, эта система сведена к линейной системе. Используя групповые свойства этих систем, получены формулы производства («размножения») решений нелинейной системы. С помощью инвариантных и частично инвариантных решений линейной системы и найденных формул производства решений получено бесконечное множество невырожденных решений нелинейной системы. Найденны все вырожденные решения этой системы. Полученные решения могут быть использованы при исследовании наката волн на берег, а также при исследовании распространения жидкости в каналах.

**Ключевые слова:** мелкая вода, групповой анализ, инвариантные и частично инвариантные решения, невырожденные и вырожденные решения.

Exact solutions for each mathematical model are important. They allow us to assess, the degree of the adequacy of the mathematical model of real physical processes, after carrying out experiments appropriate to these solutions, and an evaluation of the arising deviations. Exact solutions can be used to describe of some physical processes. Exact solutions are good tests to check the approximate numerical solutions. In this paper we performed a group analysis of the one-parameter family of the equations, describing within the framework of the nonlinear one-dimensional shallow water model, the propagation of surface waves above a straight bottom. A parameter of this family is an angular coefficient of inclination of the bottom. As a result of a special nonlocal hodograph transformation, associated with the group property of the original non-linear system, this system is reduced to a linear system. Using the group properties of these systems, we obtained the formulas of the production ("reproduction") of the solutions of nonlinear system. With a help of the invariant and partially invariant solutions of the linear system and found formulas of the production of the solutions, we obtained an infinite set of non-singular solutions of nonlinear system. We found all degenerate solutions of this system. These solutions can be used in the study of waves rolling on shore, and also in the study of the spread of liquid in the channels.

**Key words:** shallow water, group analysis, invariant and partially invariant solutions, non-degenerate and degenerate solutions.

УДК 004.272

**В.П. Ирхин [V.P. Irhin], В.А. Мельник [V.A. Melnik], Д.С. Шведов [D.S. Shvedov]**

## **СОВМЕЩЕНИЕ РАЗНОТИПНЫХ БИНАРНЫХ ОПЕРАЦИЙ В НЕПОЗИЦИОННЫХ ВЫЧИСЛИТЕЛЯХ**

### **COMBINING DIFFERENT TYPES OF BINARY OPERATIONS IN THE NONPOSITION CALCULATORS**

**Аннотация:** Рассмотрен ряд методов выполнения арифметических операций в непозиционной системе счисления. Для совмещения всех операций базового набора предложен алгоритм и реализующее его схемотехническое решение. Работа устройства рассмотрена в различных режимах его функционирования. Одновременное выполнение аддитивных и мультипликативных операций базируется на использовании теории индексов, а также разложении в ряд одного из операндов по степени числа два. Предложен оригинальный подход к построению непозиционных вычислителей, основанный на синтезе цифровой и аналоговой техники. Данные варианты проектирования будут способствовать унификации вычислительного оборудования, а следовательно,

повышению надежности полученных устройств. Одной из трудностей совмещения бинарных операций является объединение коммутативных с некоммутативными. В заключении работы намечен путь ее преодоления.

**Ключевые слова:** параллельное вычисление, модулярная система счисления, спецвычислитель, совмещение операций.

**Abstract.** A number of methods are offered for performing arithmetic operations in nonpositional numeral system. The algorithm and its circuit solution are proposed to combine all operations of basic set. Operation of device is discussed in various modes of functioning. Simultaneous execution additive and multiplicative operations are based on the use of index theory, as well as the expansion the number of the operands for the two degree. The original approach was proposed to build nonpositional calculators based on the synthesis of digital and analog techniques. These design options will facilitate the unification of computer equipment and, consequently, improve the reliability of the devices. One of the difficulties of combining binary operation is commutative association with non-commutative. At the end of the work is scheduled path to overcome it.

**Key words:** parallel computation, modular number system, special calculator, combination of operations

**УДК 004.315**

**Л.Б. Копыткова L.B. Kopytkova**

**Анализ алгоритмов выполнения основных арифметических операций в квадратичной СОК**

**Analysis of algorithms performing basic arithmetic operations in the quadratic RNS**

**Аннотация.** В статье исследуется вопрос представления комплексных чисел в системе остаточных классов и построения алгоритмов операций сложения и умножения. Идея построения подобных систем состоит в определении отображения множества комплексных чисел на кольцо целых чисел. Основное внимание уделяется квадратичной системе остаточных классов. Идея построения подобной системы состоит в представлении целого комплексного числа  $z$  в виде пары целых  $(X; Y)$  по выбранным модулям. Правила арифметических операций над комплексными числами, представленными парами вычетов по выбранным основаниям, не отличаются от правил арифметических операций в СОК в вещественной области. Выполнение операций умножения и сложения двух комплексных чисел в квадратичной СОК происходит модульно, в параллельных каналах и содержит только эти две арифметические операции, что позволяет сократить объёмы вычислений.

**Ключевые слова:** система остаточных классов, комплексная система остаточных классов, квадратичная система остаточных классов, модулярная арифметика, параллельные вычисления, операция нахождения остатка.

**Abstract.** In this paper we explore the question of representing complex numbers in a residue number system and build algorithms for the operations of addition and multiplication. The idea of the construction of such systems is in determining how the set of complex numbers the ring of integers. The main attention is paid to quadratic residue number system. The idea of building such a system is to provide a complex number  $z$  as a pair of integers  $(X; Y)$  for the selected modules. The rules of arithmetic operations on complex numbers presented residue pairs at selected bases, do not differ from

the rules of arithmetic operations in the RNS for real integers. The operations of addition and multiplication two complex numbers in quadratic RNS is modular, parallel channels and contains only two arithmetic operations that can reduce the volume of calculation.

**Keywords:** residue number system, complex-number RNS (CRNS), quadratic RNS (QRNS), modular arithmetic, parallel computation, the operation of finding the residues.

**УДК 003.26:519.725**

**А.А. Кузнецов, И.И. Сватовский, А.В. Шевцов**

**A.A. Kuznetsov, I.I. Svatovskiy, A.V. Shevtsov**

**Математические модели аутентификации сообщений в пост-квантовых криптосистемах на основе помехоустойчивого кодирования**

**Mathematical models of message authentication in the post-quantum cryptosystems based on error-correcting coding**

**Аннотация.** Рассматриваются возможности применения для аутентификации сообщений схем цифровой подписи на основе помехоустойчивого кодирования, которые могут быть кандидатами для использования в пост-квантовой криптографии. Криптография на основе помехоустойчивых кодов привлекает внимание не только высокой стойкостью по отношению к атакам различного рода, но и высоким реализуемым схемным быстродействием, а также дополнительным преимуществом в способности к исправлению ошибок при передаче сигналов по каналам передачи данных. Описывается алгоритм цифровой подписи на основе помехоустойчивого кодирования. Представляются результаты компьютерного моделирования такого алгоритма для случая применения кодов Рида-Соломона и оцениваются затраты на его программную реализацию. Показывается перспективность использования помехоустойчивых кодов для аутентификации сообщений и намечаются направления дальнейших исследований.

**Ключевые слова:** Математическое моделирование криптопримитивов, модели и методы аутентификации, пост-квантовая криптография, криптография на основе помехоустойчивых кодов, цифровая подпись.

**Abstract.** The paper discusses possibilities for use of message authentication signatures schemes based on error-correcting coding which may be candidates for use in post-quantum cryptography. Code-based cryptography draws attention not only highly resistant to attacks of various kinds, but also performance hardware implementation and the additional advantage of the ability to correct errors in the transmission signals over data channels. Digital signatures algorithm based on error-correcting coding is described. The results of computer simulation of the algorithm for the case of the use of Reed-Solomon codes are presented. The cost of software implementation of this algorithm is evaluated. There is shown that promising in the use of error-correcting codes for message authentication.

**Key words:** Mathematical modeling of cryptoprimitives, models and methods of authentication, Post-Quantum Cryptography, Code-based Cryptography, Digital Signatures.

УДК 551.466

С.Е. Савотченко [S.E. Savotchenko], А.С. Горлов [A.S. Gorlov]

## РЕЗОНАНСНЫЕ ОСОБЕННОСТИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ВЫНУЖДЕННЫХ ВОЛН В ЖИДКОСТЯХ ПО ТРУБАМ

### RESONANCE PECULIARITIES OF THE FORCED WAVE PROPAGATION IN THE LIQUID IN THE TUBES

**Аннотация:** В статье предложена математическая модель распространения звуковых волн в жидкости по цилиндрической трубе, возбуждаемых гармоническими колебаниями мембраны произвольной формы. Математическая формулировка модели сводится ко второй краевой задаче для волнового уравнения. В случае гармонического внешнего воздействия волновое уравнение для потенциала скорости жидкости переходит в уравнение Гельмгольца. Получено аналитическое выражение, описывающее распределение потенциала скорости жидкости в волне. Приведена функция Грина краевой задачи. Определены фазовая и групповая скорости. Рассмотрены особенности распространения звуковых волн, возбуждаемые гармоническими колебаниями круглой мембраны. В работе показано, что возбуждается конечное число гармоник. Указаны резонансные частоты, вблизи которых амплитуда колебаний будет максимальной. Установлено, что таких частот может быть конечное число.

**Ключевые слова:** давление, плотность, потенциал скорости, волны в жидкости, вынужденные колебания, сжимаемая жидкость.

**Abstract:** The article is devoted to the problem of the modeling of the sound wave propagation in cylindrical tube excited harmonic oscillations of the freeform membrane. The mathematical formulation of the model is reduced to the second boundary value problem for the wave equation. The wave equation for the potential velocity of the liquid passes into the Helmholtz equation in the case of harmonic external force. The analytical expression described of liquid velocity potential distribution is derived. The boundary value problem Green function is obtained. The phase and group velocity are determined. The particularities of propagation of sound waves excited harmonic oscillations of the round membrane are considered. In this paper it is shown that the finite number of harmonic is excited. The resonance frequencies near which the oscillation amplitude will maximize are specified. It is founded that the finite number of such frequencies can exist.

**Key words:** pressure, density, velocity potential, waves in liquid, forced vibrations, compressible liquid.

УДК 551.511.61

Шаповалов А.В. [Shapovalov A.V.], Шаповалов В.А. [Shapovalov V.A.], Рязанов В.И. [Ryazanov, V.I.]

## ИССЛЕДОВАНИЕ РАСПРОСТРАНЕНИЯ В БЛИЖНЕЙ ЗОНЕ ПРОДУКТОВ РАБОТЫ РАКЕТНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

### A STUDY ON THE PROPAGATION IN THE NEAR ZONE PRODUCTS OF ROCKET ENGINES

**Аннотация.** В статье предложена математическая модель распространения звуковых волн в жидкости по цилиндрической трубе, возбуждаемых гармоническими колебаниями мембраны произвольной формы. Математическая формулировка модели сводится ко второй краевой

задачи для волнового уравнения. В случае гармонического внешнего воздействия волновое уравнение для потенциала скорости жидкости переходит в уравнение Гельмгольца. Получено аналитическое выражение, описывающее распределение потенциала скорости жидкости в волне. Приведена функция Грина краевой задачи. Определены фазовая и групповая скорости. Рассмотрены особенности распространения звуковых волн, возбуждаемые гармоническими колебаниями круглой мембраны. В работе показано, что возбуждается конечное число гармоник. Указаны резонансные частоты, вблизи которых амплитуда колебаний будет максимальной. Установлено, что таких частот может быть конечное число.

**Ключевые слова:** загрязнение воздуха, численное моделирование, ракетные двигатели, метеорологические параметры, распространение загрязняющих веществ

**Abstract.** The article is devoted to the problem of the modeling of the sound wave propagation in cylindrical tube excited harmonic oscillations of the freeform membrane. The mathematical formulation of the model is reduced to the second boundary value problem for the wave equation. The wave equation for the potential velocity of the liquid passes into the Helmholtz equation in the case of harmonic external force. The analytical expression described of liquid velocity potential distribution is derived. The boundary value problem Green function is obtained. The phase and group velocity are determined. The particularities of propagation of sound waves excited harmonic oscillations of the round membrane are considered. In this paper it is shown that the finite number of harmonic is excited. The resonance frequencies near which the oscillation amplitude will maximize are specified. It is found that the finite number of such frequencies can exist.

**Key words:** air pollution, numerical modeling, rocket engines, meteorological parameters, distribution of pollutants

**НАУКИ О ЗЕМЛЕ**

**УДК 551.513.22**

**Данилова Н.Е., Кульгина Л.М., Семенова Ю.А., Закинян Р.Г.**

**Danilova N.E., Kulygina L.M., Semenova Y.A., Zakinyan R.G.**

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПАРАМЕТРОВ ПРИЗЕМНОГО СЛОЯ НА РАЗВИТИЕ ОБЛАЧНОЙ КОНВЕКЦИИ**

**STUDY OF THE PARAMETERS ATMOSPHERIC BOUNDARY LAYER IN THE DEVELOPMENT OF CLOUD CONVECTION**

**Аннотация:** Одним из видов вертикальных движений в атмосфере является конвекция. Конвективные движения возникают в неустойчиво стратифицированной атмосфере под влиянием атмосферных фронтов или орографических особенностей района. Свободная конвекция является первопричиной почти всех движений в атмосфере. Орографические особенности влияют на развитие конвекции двумя способами: косвенно посредством деформации фронтальных зон с последующим развитием барических образований или непосредственно при перетекании воздушного потока через горные препятствия. Немало важную роль в развитии облачной конвекции играют параметры приземного слоя, такие как: динамический фактор, обусловленный орогра-

фией; термический фактор, обусловленный начальным перегревом. В данной работе облачная конвекция не является возмущенным состоянием относительно покоя, а представляется средним движением, вызванным только лишь флуктуацией плотности воздуха, которая зависит от температуры и массовой доли водяного пара. Такое рассмотрение является более последовательным. Представленные расчёты показывают, что модуль полной скорости движения воздуха при тепловой конвекции сухого воздуха и размер конвективной ячейки, существенно зависят от скорости восходящих потоков у земли, обусловленной рельефом местности, а также приземными параметрами.

**Abstract:** One of the types of vertical movements in the atmosphere is convection. Convective motions arise in an unstable stratified atmosphere under the influence of atmospheric fronts or orographic features of the region. Free convection is the root cause of almost all movements in the atmosphere. Orographic features affect the development of convection in two ways: indirectly by deformation of the frontal zones with the subsequent development of baric formations or directly during the flow of airflow through mountain obstacles. A very important role in the development of cloud convection is played by the parameters of the surface layer, such as: the dynamic factor due to orography; Thermal factor due to initial overheating. In this paper, cloud convection is not a perturbed state with respect to rest, but is represented by an average motion caused only by a fluctuation in air density, which depends on the temperature and the mass fraction of water vapor. This consideration is more consistent. The presented calculations show that the module of the total air velocity for thermal convection of dry air and the size of the convective cell depend significantly on the velocity of the ascending streams at the ground, caused by the relief of the terrain, and also the surface parameters.

**Ключевые слова:** параметры конвекции, термический фактор, динамический фактор, начальные перегрев, уровень конденсации.

**Key words:** options convection, thermal factor, dynamic factor, the initial overheating, the level of condensation.

**УДК 911.52**

**Дегтярева Т.В. [Degtyarova T.V.], Шальнев В.А. [Shalnev V.A.]**

## **ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ПОЛЯ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ ЛАНДШАФТОВ ВЫСОКОГОРНОЙ ОБЛАСТИ БОЛЬШОГО КАВКАЗА**

**Geochemical fields of trace elements of landscape the alpine region of the Greater Caucasus**

**Аннотация:** Проводится анализ рассмотрения термина геохимическое поле и вводится понятие компонентного геохимического поля ландшафта. Геохимические поля микроэлементов в горных породах и почвах рассматриваются на примере Эльбрус-Казбековской физико-географической подобласти высокогорных ландшафтов Большого Кавказа. Анализ геохимической специфики коренных горных пород позволил выделить литогеохимические поля микроэлементов Главного Кавказского, Бокового и Передового хребтов. На примере физико-географических ландшафтных округов (Лабино-Тебердинского, Тебердино-Эльбрусского и Кубано-Терского) изучены особенности территориальной дифференциации компонентных педо-геохимических полей микроэлементов. Выявлена пространственная структура в размещении

микроэлементов в почвах ландшафтных высотных поясов среднегорий хвойных лесов, высокогорных субальпийских и альпийских лугов и скально-нивального. По преобладающим факторам формирования особенностей распределения микроэлементов в ландшафтных высотных поясах выделены генетические группы органо-минеральных, биогенно-выщелачиваемых и биогенно-емких компонентных педогеохимических полей.

**Ключевые слова:** ландшафтные высотные пояса, литогеохимические и педогеохимические поля микроэлементов.

**Abstract:** The analysis of term review of geochemical field and introduces the concept of geochemical field component of the landscape. Geochemical field of trace elements in rocks and soils examined on the example of mountainous physiographic region of the northern slope of the Greater Caucasus. Based on the analysis of the geochemical specifics of bedrock allocated lithochemical field of trace elements with the side of the Main Caucasian ridge and the Front Range. We consider the territorial differentiation component pedochemical fields micronutrients Laba-Teberda, Elbrus-Teberdino and the Terek-Kuban landscape districts, which revealed a similar spatial structure in the distribution of trace elements in soils for landscaping altitude belts. According to the predominant factor in the formation characteristics of distribution of trace elements in the landscape of high-altitude zones are marked genetic groups (organo-mineral, nutrient-leaching and nutrient-capacious) component pedochemical trace fields.

**Key words:** physical and geographical area and the county, landscape, lithochemical and pedochemical field of trace elements.

**УДК 622.276 (476)**

**Медведев К. Ю. [Medvedev K.Yu.]**

**ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ НЕСТАЦИОНАРНОГО ЗАВОДНЕНИЯ С ЦЕЛЮ ПОВЫШЕНИЯ ВЫРАБОТКИ ЗАПАСОВ НЕФТИ**

**PROSPECTS FOR THE APPLICATION OF NON-STATIONARY WATERFLOODING TO INCREASE THE PRODUCTION OF OIL RESERVES**

**Аннотация:** на заключительных стадиях разработки большинства месторождений Беларуси, России и зарубежье, после практически полной выработки извлекаемых запасов нефти в залежах остается большая часть первоначального объема геологических запасов. В настоящий момент, объемы добываемой нефти лишь частично компенсируются приростом запасов за счет открытия новых месторождений. Все более и более актуальным становится применение эффективных методов повышения нефтеотдачи на действующих месторождениях. Методов, которые ввиду сложившейся в настоящий момент макроэкономической ситуации не требуют значительных капитальных вложений. Одним из таких методов является нестационарное заводнение, которое доказало свою эффективность на ряде месторождений различных нефтегазоносных провинций. В данной статье произведена систематизация и классификация существующих технологий гидродинамических методов воздействия, выделены критерии выбора объектов и даны рекомендации по технологии проведения работ.

**Abstract:** at the final stages of the development of most of the deposits in Belarus, Russia and abroad, after the almost complete development of recoverable oil reserves, most of the initial volume of geological reserves remains in the deposits. At the moment, the volume of oil produced is only par-

tially compensated by the increase in reserves due to the discovery of new deposits. More and more urgent is the application of effective methods of increasing oil recovery in existing fields. Methods, which in view of the current macroeconomic situation do not require significant capital investment. One of these methods is non-stationary waterflooding, which proved to be effective in a number of fields in various oil and gas provinces. In this article, the systematization and classification of existing technologies of hydrodynamical methods of influence has been made, the criteria for selecting objects have been singled out and recommendations on the technology of work have been made.

**Ключевые слова:** керн, коллектор, фильтрация, проницаемость, заводнение, неоднородность, градиент давления, нефтеотдача.

**Key words:** core, reservoir, flow, waterflooding, heterogeneity, permeability, oil recovery factor, pressure differential.

**УДК 624.131.23**

**Галай Борис Федорович, Сербин Виталий Викторович, Плахтюкова Виктория Сергеевна, Галай Олег Борисович**

**Galay Boris Fedorovich, Serbin Vitaliy Viktorovich, Plakhtyukova Victoria Sergeyevna, Galay Oleg Borisovich**

**ЛЁССОВЫЕ ГРУНТЫ СЕВЕРНОГО КАВКАЗА И КРЫМА (СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ)**

**LOESS GROUND NORTHERN CAUCASUS AND CRIMEA (COMPARATIVE ANALYSIS)**

Массовое строительство зданий и сооружений на территории Северного Кавказа и Крыма, где ведется интенсивное промышленное, гражданское, гидротехническое, ирригационное, дорожное и курортно-санаторное строительство, осложняли и будут осложнять лёссовые просадочные грунты, которые в степной их части распространены практически повсеместно, а в предгорных районах встречаются локально на равнинных, удобных для строительства участках.

В работе показано генетическое единство лёссовой формации Северного Кавказа и Крыма, проведён сравнительный анализ состава и свойств просадочных грунтов, даны рекомендации крымским строителям и проектировщикам по применению новых методов борьбы с просадочностью, освоенных на Северном Кавказе.

Как показала практика строительства, глубинные взрывы – единственный, безальтернативный способ полного устранения просадочности лёссовых толщ большой мощности. Несмотря на эффективность уплотнения просадочных грунтов глубинными взрывами, последние пока не нашли широкого применения в условиях Северного Кавказа, где лёссовые грунты распространены практически повсеместно, а мощность просадочной толщи достигает 55 метров. Проведенный анализ показывает возможность применения гидровзрывного уплотнения и грунтовых свай в похожих грунтовых условиях Крыма.

**Ключевые слова:** лёссовые грунты, просадочные грунты, стратиграфия, уплотнение грунтов гидровзрывом, буронабивные грунтовые сваи

Mass construction of buildings, which are located in the North Caucasus and the Crimea territories, where intensive industrial, civil, hydraulic, irrigation, road and sanatorium-resort construction

have been complicating in these territories by loess that are common in the steppe and are local in the flat plots of the foothill areas suitable for construction sites.

The article shows the genetic unity of loess formations of the North Caucasus and the Crimea, comparative analysis of collapsible soil composition and properties was conducted, recommendations to Crimean builders and designers on application of new methods of dealing with collapsibility which opened up in the North Caucasus were given

As construction practice has shown subsurface explosion is the single option method of riddance of collapsibility of the high thickness of layer. In spite of efficiency soil hydraulic subsurface explosion compaction method didn't widely used in the North Caucasus where loess is common and their thickness could reach 55 meters. Conducted analysis demonstrate the possibility of using soil hydraulic subsurface explosion compaction and auger placed pressure-injected concrete ground pile under the similar conditions of the Crimea.

**Keywords:** loess soil, collapsible soil, stratigraphy, soil hydraulic subsurface explosion compaction, auger placed pressure-injected concrete ground pile.

**УДК 911.3:314**

**Искалиев Д.Ж.**

**ГОРОДСКОЕ РАССЕЛЕНИЕ КАЗАХСТАНА: ТЕНДЕНЦИИ И ФАКТОРЫ  
THE URBAN SETTLEMENT IN KAZAKHSTAN: TRENDS AND FACTORS**

Урбанизация – один из важнейших социально-экономических процессов, определяющих глубокую структурную дифференциацию существующих городов и вызывающих значительные изменения в экономике и социальной жизни страны. Всестороннее изучение этого процесса имеет большое научное и практическое значение. В статье рассматриваются результаты исследования городского расселения Казахстана на основе анализа урбанистической системы страны с использованием теоретической закономерности (правило «ранг-людность», именуемой также закон Ауэрбаха-Ципфа). Представлен обзор некоторых модификаций закона Ауэрбаха-Ципфа, проанализированы подходы ряда авторов, объясняющих причины соответствия и несоответствия системы городского расселения Казахстана закономерности «ранг-людность». Анализ рангового распределения городов Казахстана по численности населения построенных по данным Всесоюзной и двух Национальных переписей населения, а также материалов текущего учета (в 1989 г., 1999 г., 2009 г. и 2016 гг.) показал, что переход к рыночным отношениям не внес ожидаемых изменений в урбанистическую систему Казахстана. Выявлены причины этого явления.

**Ключевые слова:** Городское расселение Республики Казахстан; сеть городов; система городского расселения; Закон Ауэрбаха-Ципфа; правило «ранг — людность»

Urbanization is one of the important socio-economic processes associated with deep structural division of the existing cities and causing significant changes in the economy and social life of the country. Thorough study of this process is of great scientific and practical importance. The article discusses the results of empirical research of urban settlement in Kazakhstan, on the basis of the analysis of the urban system of the country for conformity to the theoretical law rule of "rank - populous", also known as the Auerbach- Zipf law. The article also presents an overview of some modification of the Auerbach- Zipf law and considers the arguments of various authors to explain the causes of conformity

and not conformity to the system of urban settlement patterns. According to the results of the analysis of the ranking of Kazakhstan's cities by population, and with analysis of Soviet censuses and two national censuses and current records (in 1989, 1999, 2009 and 2016), it was established that the transition to a market economy has not brought the expected changes in the urban system of Kazakhstan.

**Key words:** the city of the Republic of Kazakhstan, a network of cities, urban resettlement, Auerbach- Zipf law, the rule of "rank — populous"

**УДК 631.474**

**Разумов В.В. (Razumov V.V.) Молчанов Э.Н. (Molchanov E.N.)**

**Разумова Н.В. (Razumova N.V.) Шагин С.И. (Shagin S.I.)**

**Подтопление земель в Приволжском регионе России**

**Flooding of lands in the Volga region of Russia**

**Аннотация:** На основе анализа обширной информации о процессах подтопления земель на территории Приволжского региона России, представленной в литературных источниках и в материалах официальной государственной отчетности о состоянии и об охране окружающей природной и геологической среды, использовании земель, водных ресурсов, состоянии защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера и др., впервые систематизированы данные о процессах постоянного и временного подтопления, наблюдаемых на землях изучаемого региона, изучены причины их возникновения и развития, масштабы и опасность проявления на территории субъектов РФ в пределах региона.

Проведенный анализ показал, что на территории Приволжского региона широко распространено постоянное подтопление земель, связанное с повышением уровня подземных вод в результате природных и антропогенных факторов. Естественные процессы подтопления в основном развиваются на землях, расположенных вблизи водохранилищ, в поймах и на надпойменных террасах рек и др. Техногенное подтопление земель в основном приурочено к крупным населенным пунктам, расположенных на равнинах и, в основном, связано с утечками из водонесущих коммуникаций, заполнением водохранилищ, нарушением поверхностного и подземного стока при строительстве дорог, промышленных предприятий и др.

Частые и интенсивные дожди и весенне-летне-осенние паводки и половодья, которые практически ежегодно происходят на территории региона, приводят к временному подтоплению обширных территорий региона и зачастую наносят значительный ущерб населению и хозяйству.

**Summary:** On the basis of the analysis of extensive information on processes of flooding of lands in the territory of the Volga region of Russia provided in references and in materials of the official state reporting on a state and about protection of the surrounding natural and geological environment, use of lands, water resources, a condition of protection of the population and territories from emergency situations of natural and technogenic character, etc. data on the processes of continuous and temporary flooding observed on lands of the studied region are for the first time systematized, the reasons of their emergence and development, scales and danger of manifestation in the territory of territorial subjects of the Russian Federation within the region are studied.

The carried-out analysis has shown that in the territory of the Volga region the continuous flooding of lands connected with increase in level of underground waters as a result of natural and anthro-

pogenous factors is widespread. Natural processes of flooding generally develop on the lands located near reservoirs in flood plains and on the nadpoymennykh terraces of the rivers, etc. Technogenic flooding of lands is generally dated for large settlements, located on plains and, generally connected with leaks from the water bearing communications, filling of reservoirs, violation of a superficial and underground drain at construction of roads, the industrial enterprises, etc.

Steady and intensive rains and spring and aestivo-autumnal floods and high waters which almost annually happen on the territory of the region lead to temporary flooding of extensive territories of the region and often cause significant damage to the population and economy.

**Ключевые слова:** Подтопление, уровень подземных (грунтовых) вод, наводнения, паводки, половодья, осадки, водохранилища

**Key words:** Flooding, level of underground (soil) waters, floods, river flood, high waters, rainfall, reservoirs

**УДК 911.3.**

**Соловьев И.А.[Soloviev I.A.]**

**Адаптационно-интеграционные аспекты государственной политики на Северном Кавказе по отношению к иммигрантам**

**Adaptation-integration aspects of state policy in the North Caucasus in relation to immigrants**

В исследовании, основанном на актовом материале и научной литературе, рассматривается государственная адаптационно-интеграционная политика на Северном Кавказе в контексте иностранной миграции, а также её территориальные аспекты. В работе определены иерархические уровни государственной миграционной политики на Северном Кавказе, приоритетные территории вселения иммигрантов, а также ключевые правовые, экономические и культурные меры государственной поддержки направленной на решение адаптационно-интеграционных проблем мигрантов. В исследовании выявлены этнические особенности государственной адаптационно-интеграционной политики по отношению к иностранным мигрантам. В результатах исследования представлены основные пространственно-временные трансформации адаптационно-интеграционной политики на Северном Кавказе по отношению к иностранным мигрантам.

The study, based on official documents and scientific literature, is considered a state of adaptation and integration policy in the North Caucasus in the context of foreign migration, as well as its territorial aspects. The paper defines the hierarchical levels of the state migration policy in the North Caucasus, the priority areas of introduction of immigrants, as well as key legal, economic and cultural measures of state support to address adaptation and integration problems of migrants. The study revealed the ethnic features of the state of adaptation and integration policy with respect to foreign workers. The results of the study presents the basic space and time transformation of adaptive-integration policy in the North Caucasus in relation to foreign workers.

**Ключевые слова:** миграционная политика, адаптационно-интеграционная политика, региональные особенности, Северный Кавказ, иностранные мигранты.

**Key words:** migration policy, adaptation and integration policy, regional features, the North Caucasus, the foreign migrants.

## БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 615.322

Супрунчук В.Е. [Suprunchuk V.E.], Денисова Е.В. [Denisova E.V.]

**Белок-полисахаридные микрокапсулы, сформированные на матрицах различной природы**

**Protein-polysaccharide microcapsules formed on matrices of different structures**

**Аннотация:** В данной работе рассматривается возможность формирования микрокапсул путем послойной адсорбции биополиэлектролитов на ядрах неорганической (частицы  $\text{CaCO}_3$ ) и полимерной природы (полистирольные частицы). Нами была осуществлена оценка размеров полученных микрокапсул, их форма, количественный выход. В качестве высокомолекулярного полианиона был использован фукоидан (F), в качестве высокомолекулярного поликатиона – бычий сывороточный альбумин (БСА). Удаление ядер осуществлялось путем понижения рН системы до 4, в случае карбонатной матрицы, или вымыванием с помощью тетрагидрофурана, в случае полистирольных носителей. Установлено, что природа матрицы, используемой для формирования микрокапсул, влияет на степень включения белка и выход полиэлектролитных частиц.

**Ключевые слова:** послойная адсорбция, фукоидан, БСА, микрокапсулы

**Abstract:** In this paper we consider the possibility of forming microcapsules by layer-by-layer adsorption of polymers on inorganic cores and polymeric nature. Removal of the carbonate cores were performed by lowering the pH of the system to 4.5. Removal of the polypropylene matrix were carried out using tetrahydrofuran in the case of polystyrene media. It is established that the nature of the matrix used for the formation of microcapsules, affect the degree of incorporation of protein and the yield of polyelectrolyte particles.

**Key words:** layer by layer adsorption, fucoidan, BSA, microcapsule.