

# ПРОБЛЕМЫ МЕХАНИКИ И МАШИНОВЕДЕНИЯ

## Обобщенные представления о задачах вибрационной защиты

С.В. Белокобыльский<sup>1,а</sup>, С.В. Елисеев<sup>2,б</sup>

<sup>1</sup>Братский государственный университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

<sup>2</sup>Иркутский государственный университет путей сообщения, ул. Чернышевского 15, Иркутск, Россия

<sup>а</sup>rektor@brstu.ru, <sup>б</sup>eliseev\_s@inbox.ru

Статья поступила 15.12.2012, принята 12.02.2013

*Предлагается обобщенный обзор механических колебательных систем. Задача виброзащиты рассматривается как введение в базовый колебательный контур дополнительной обратной связи. Показано, что структура и вид обратной связи зависят от выбора парциальных систем. Технология построения моделей может быть распространена на системы с несколькими степенями свободы. Определены условия снижения уровня колебаний объекта защиты путем присоединения динамического гасителя как некоторой дополнительной массы, присоединяемой упругим элементом. Представлены структурные интерпретации процесса динамического гашения как задачи управления динамическим состоянием объекта защиты. Рассмотрен пример введения дополнительной обратной связи. Данные подходы могут быть распространены на системы с несколькими степенями свободы, что можно реализовать путем внедрения приведенной жесткости фрагментов общей расчетной схемы виброзащитной системы с учетом особенностей структуры механической системы и условий формирования системы внешних воздействий.*

**Ключевые слова:** динамическое гашение колебаний, структурные схемы виброзащитных систем, эквивалентные структурные преобразования.

## Generalized representations on vibration protection tasks

S. V. Belokobyl'sky<sup>1,а</sup>, S.V. Eliseev<sup>2,б</sup>

<sup>1</sup>Bratsk State University, 40, Makarenko str., Bratsk, Russia

<sup>2</sup>Irkutsk State University of Railway Transport, 15, Chernyshevskogo str., Irkutsk, Russia

<sup>а</sup>rektor@brstu.ru, <sup>б</sup>eliseev\_s@inbox.ru

Received 15.12.2012, accepted 12.02.2013

*The generalized approach to develop mathematical models of mechanical vibratory systems is proposed. The task of vibration protection is considered as the introduction of inherent feedback into the basic vibratory circuit. It has been demonstrated that the structure and the feedback type depend on the partial systems selection. The modeling technology may be applied to the systems with several degrees of freedom. The conditions to reduce the protection object's vibration level by joining a dynamic damper as some additional mass connected by an elastic element have been determined. The structural interpretation of the dynamic damping process as the tasks of control of the protection object's dynamic state has been presented. The example of the inherent feedback introduction has been examined. These approaches can be extended to the systems with several degrees of freedom, which can be implemented through the introduction of the rigidity of the fragments of the general design model of a vibration protection system taking into account the specifics of the mechanical system's structure and the conditions of the external actions system formation.*

**Key words:** dynamical antihunting, vibration protection systems' structural schemes, equivalent structural transformations

# Фрикционные автоколебания одномассовой системы с учетом возможности мгновенной смены знака скорости на противоположный

С.В. Белокобыльский<sup>a</sup>, В.А. Коронатов<sup>b</sup>

Братский государственный университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

<sup>a</sup>rektor@brstu.ru, <sup>b</sup>kortavik@mail.ru

Статья поступила 15.01.2013, принята 12.02.2013

*Рассматриваются фрикционные крутильные автоколебания одномассовой упругой модели. Верхнее сечение упругого элемента закручивается с постоянной угловой скоростью, а на нижний диск действует момент сил сухого трения. Предполагается, что силы сухого трения изменяются скачкообразно, согласно закону Кулона. Исследуется релаксационный (разрывной) режим автоколебаний, когда проскальзывание диска относительно опорной плоскости чередуется с состоянием длительного покоя. Допускается, что при проскальзывании диска его угловая скорость может мгновенно изменять свой знак на противоположный. Получены аналитические решения для зон застоя и скольжения диска для установившегося режима автоколебаний: законы движения, время застоя и время проскальзывания, период автоколебаний. Установлены условия для мгновенной смены знака угловой скорости диска на противоположный.*

**Ключевые слова:** автоколебания, фрикционные, крутильные, релаксационный режим, силы сухого трения, закон Кулона, одномассовая модель.

## Self-excited frictional oscillations of one-mass system with regard to momentary change of velocity sign to opposite one

S.V. Belokobyl'sky<sup>a</sup>, V.A. Koronotov<sup>b</sup>

Bratsk State University, 40, Makarenko str., Bratsk, Russia

<sup>a</sup>rektor@brstu.ru, <sup>b</sup>kortavik@mail.ru

Received 15.01.2013, accepted 12.02.2013

*The frictional torsional oscillations of a one-mass elastic model are considered. The upper section of the elastic element is twisted with a constant angular velocity, but the moment of dry friction forces acts on the lower disk. The dry friction forces are considered to be changed unevenly according to the Coulomb's law. The relaxation (discontinuous) mode of self-excited oscillations when the disc slip relative to the reference plane alternates with a steady quiescent state is examined. It is assumed that when the disk slips, its angular velocity can instantly change the sign to the opposite one. The analytical solutions for stability zones and the disk slip zones have been obtained for the steady-state self-excited oscillations: the laws of motion, the quiescent state time and the slippage time, the self-excited oscillations period. The conditions for momentary change of the disk's angular velocity sign to the opposite one have been determined.*

**Key words:** self-excited oscillations, friction, twisting, relaxation mode, dry friction forces, Coulomb's law, one-mass model

## Определение коэффициента вязкого трения для режима кратного подбрасывания материальной частицы в модельной задаче с неударивающей связью

С.В. Елисеев<sup>a</sup>, А.В. Елисеев<sup>b</sup>

Иркутский государственный университет путей сообщения, ул. Чернышевского 15, Иркутск, Россия

<sup>a</sup>eliseev\_s@inbox.ru

Статья поступила 15.12.2012, принята 12.02.2013

Необходимость исследования влияния вибрации на механическую систему возникает при разработке приложений в области транспортировки грузов, добыче полезных ископаемых, проектировании машин и механизмов. Особый интерес представляют задачи моделирования механических систем при наличии сил трения и связями между элементами, которые носят неустойчивый характер. В статье рассмотрена модельная задача исследования условий реализации периодических режимов в системе, состоящей из поверхности колебания и материальной точки при наличии сил гравитации и вязкого трения. Предметом исследования является зазор между подбрасываемой частицей и поверхностью вибрации, возникающий при режиме кратного подбрасывания. Представлены необходимые и достаточные условия реализации отрыва третьего порядка, основные характеристики режима подбрасывания материальной частицы. Показана невозможность реализации режимов кратного подбрасывания для определенных коэффициентов вязкого трения. Получено аналитическое выражение амплитуды колебания при условии существования режима кратного подбрасывания. Амплитуда представлена в виде функции, которая зависит от частоты колебания поверхности, массы частицы, коэффициента вязкого трения и кратности режима подбрасывания. Приведен частный случай графика функции амплитуды в зависимости от коэффициента вязкого трения. Представлена методика определения критических значений параметра вязкого трения, который обеспечивает режим кратного подбрасывания, на основе приближения длительности бесконтактного движения частицы функцией длительности полета частицы над уровнем амплитуды колебания. Предложен графоаналитический метод определения приближенного значения коэффициента вязкого трения, который обеспечивает режим кратного подбрасывания.

**Ключевые слова:** подбрасывание материальной точки, поверхность колебания, режим кратного подбрасывания, вязкое трение, неустойчивые связи, условия отрыва, зазор.

## Determination of viscous friction factor for the material particles multiple flipping mode in the unilateral constraint model problem

S.V. Eliseev<sup>a</sup>, A.V. Eliseev<sup>b</sup>

Irkutsk State University of Railway Transport, 15, Chernyshevskogo str., Irkutsk, Russia  
<sup>a</sup>eliseev\_s@inbox.ru

Received 15.12.2012, accepted 12.02.2013

*The need to study the vibration effects on a mechanical system arises while developing the applications in transportation, mining, engineering machinery designing areas. The problem of mechanical systems modeling in the presence of frictional forces and the relationships between the elements of unilateral nature is of particular interest. This article considers the model problem of studying the conditions for the periodic modes implementation in a system consisting of a vibrational surface and a particle in the presence of gravitational forces and viscous friction forces. The subject of the study is a gap between the tossed particle and the vibrational surface that occurs during a multiple flipping mode. The necessary and sufficient conditions for the implementation of the third order separation, the main characteristics of a particle flipping mode have been presented. The impossibility of implementing the multiple flipping modes to determine certain viscous friction factors has been shown. An analytical expression of the vibration amplitude in case of the multiple flipping mode existence has been obtained. The amplitude is represented as a function that depends on the surface oscillations frequency, the particle mass, the viscous friction factor and the flipping mode multiplicity. The special case of the amplitude function graph as a function of the viscous friction factor has been presented. The technique to determine the viscous friction critical values that provides the multiple flipping mode based on the approximation of the particle contactless motion duration by the function of the duration of the particle flipping above the vibrational amplitude level has been presented. The graphic-analytical method for determining the approximate value of the viscous friction factor, which provides multiple flipping mode has been proposed.*

**Key words:** material particle flipping, vibrational surface, multiple flipping mode, viscous friction, unilateral constraints, separation conditions, gap

## Диагностирование гидроцилиндра по параметрам герметизирующей способности его уплотнительных узлов

Д.Ю. Кобзов<sup>a</sup>, И.О. Кобзова<sup>b</sup>, А.Ю. Кулаков<sup>c</sup>, В.И. Липецкий<sup>d</sup>, А.А. Трофимов<sup>e</sup>

Братский государственный университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия  
<sup>a</sup>interdep@brstu.ru, <sup>b</sup>kobzova.inna@mail.ru, <sup>c</sup>akul333@yandex.ru, <sup>d</sup>Lipetskivi@yandex.ru, <sup>e</sup>t42ww@mail.ru

Статья поступила 20.11.2012, принята 16.02.2013

*Предложены метод и средство диагностирования гидроцилиндра по параметрам герметизирующей способности его уплотнительных узлов, с использованием разряженного воздуха, в динамическом и статическом режимах. Данный метод, с использованием в качестве контролируемой среды обычного атмосферного воздуха, имеет целый ряд преимуществ по*

сравнению с диагностированием с применением жидкости: высокую точность, которая обеспечена высокой проницаемостью и незначительной зависимостью вязкости воздуха от температуры; высокую достоверность диагноза в динамическом режиме для цилиндров, работающих циклически, и в статическом режиме – для цилиндров поддержки; возможность локализации повреждений уплотняемых поверхностей; низкую потребляемую мощность (так как перепад давлений создается движением штока и перекрытием полости); безопасность (пожаробезопасность); простоту конструкции и управления диагностическим средством; исключение потерь рабочей жидкости; экологичность и экономичность процесса диагностирования. Кроме этого, диагностирование гидроцилиндров по параметрам герметизирующей и несущей способности в комплексе позволяет распознать и описать их техническое состояние в текущий момент времени по всему спектру накопленных повреждений.

**Ключевые слова:** герметичность, гидроцилиндр, диагностика, утечки.

## Hydraulic cylinder diagnosis by the parameters of its sealing units pressurizing ability

D.Yu. Kobzov<sup>a</sup>, I.O. Kobzova<sup>b</sup>, A.Yu. Kulakov<sup>c</sup>, V.I. Lipetskiy<sup>d</sup>, A.A. Trofimov<sup>e</sup>

Братский государственный университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

<sup>a</sup>interdep@brstu.ru, <sup>b</sup>kobzova.inna@mail.ru, <sup>c</sup>akul333@yandex.ru, <sup>d</sup>Lipetskiy@yandex.ru, <sup>e</sup>t42ww@mail.ru

Received 20.11.2012, accepted 16.02.2013

*The procedure and the actuator diagnostic device taking into consideration the parameters of its sealing units pressurizing ability using rarefied air under the dynamic and static conditions have been proposed. The actuator diagnosis by the mentioned parameters using free air as a controlled medium has a number of advantages as compared to the fluid-based one, some of them being high precision of diagnosis due to the insignificant air viscosity-temperature dependence and its high permeability; high reliability of the diagnosis under the dynamic conditions for cyclically operating cylinders, and under the static conditions - for supporting cylinders; the capability of localization of the sealing surfaces faults; low power consumption as the pressure differential is made up by the rod movement and cavity overlapping; safety (fire safety); the diagnostic device simple design and operation; hydraulic fluid loss elimination; ecological compatibility and profitability of the diagnosis process. Besides, the hydraulic actuators diagnosis by the parameters of pressurizing and bearing ability allows identifying and describing their present operating conditions over the whole range of the stated faults.*

**Key words:** pressurizing ability, hydraulic actuator, diagnosis, leaks.

## Оценка эффективности виброизоляции землеройных машин при наличии упругой связи

Ю.А. Геллер

Забайкальский государственный университет, ул. Александров-Заводская 30, Чита, Россия

YanchukNA@yandex.ru

Статья получена 25.11.2012, принята 16.02.2013

*В статье рассматривается вопрос о возможности влияния скоростного режима движения на качество виброизоляции основного объекта технической системы – базовой машины. Проведена оценка эффективности виброизоляции объекта как системы с одной степенью свободы при гармоническом воздействии внешних нагрузок. В качестве критерия количественной оценки эффективности виброизоляции предложен безразмерный коэффициент передачи, устанавливающий взаимосвязь со скоростным режимом движения основного объекта, представленным безразмерным коэффициентом расстройки, и коэффициентом механических потерь. Для установления влияния угла сдвига фаз на перемещение основного объекта и источника вибрации составлена фазовая картина сил, действующих на систему, и определена зависимость угла  $\phi$  от коэффициента расстройки. Проведенные исследования позволяют сделать вывод о возможности эксплуатации землеройных машин при вибрационной нагруженности в области синфазных и антифазных колебаний основного объекта и источника вибраций. При этом отмечено, что эксплуатация землеройной техники в области антифазных колебаний является предпочтительной, поскольку именно в этой области может быть достигнут максимальный эффект.*

**Ключевые слова:** рыхлительное оборудование, базовая машина, динамические нагрузки, согласование частот, энергоёмкость процесса, скоростной режим, аккумулялирование энергии, фазовая картина, коэффициент передачи, коэффициент расстройки, коэффициент механических потерь, антифазные колебания, синфазные колебания, дорезонансная и зарезонансная области.

# Assessment of digging equipment vibration insulation efficiency in the presence of spring linkage

Yu.A. Geller

Transbaikal State University, 30, Alexandro-Zavodskaya str., Chita, Russia  
YanchukNA@yandex.ru  
Received 25.11.2012, accepted 16.02.2013

*The article considers the issue of the possibility of influence of a high-speed mode movement on the quality of vibration insulation of the engineering system base object - the base machine. The assessment of the object's vibration insulation effectiveness as a one-degree-of-freedom system under the external loads harmonious action has been carried out. The nondimensional transfer factor establishing the interrelation with the base object's high-speed mode of movement has been proposed as a criterion for the effectiveness quantitative assessment of vibration insulation. This mode of movement is presented by the nondimensional mismatching factor and the mechanical losses factor. To determine the phase-shift angle impact on the base object movement and the vibration source, the phase pattern of the forces acting on the system has been made, and the dependence of angle  $\varphi$  on the mismatching factor has been determined. The conducted researches make it possible to conclude that there is the possibility to operate digging machines under the vibration loading in the in-phase and anti-phase oscillations area of the base object and the vibration source. It has also been noted that the digging equipment operation in the anti-phase oscillations area is more preferable as it can provide obtaining the maximum effect.*

**Key words:** ripper's equipment, base machine, dynamic loads, frequency match, power consumption, high-speed mode, energy accumulation, phase pattern, transfer factor, mismatching factor, mechanical losses factor, antiphase oscillation, in-phase oscillations, below resonance and above resonance areas

## Пути и способы обеспечения гарантированной безопасности эксплуатации грузоподъемных машин

С.П. Озорнин<sup>a</sup>, А.В. Якимов<sup>b</sup>

Забайкальский государственный университет, ул. Александрo-Заводская 30, Чита, Россия  
<sup>a</sup>sozornin54@mail.ru, <sup>b</sup>artuomsci@gmail.com  
Статья получена 2.12.2012, принята 12.02.2013

*Рассмотрена проблема обеспечения безопасности применения грузоподъемных машин (ГПМ) в связи с изменившимися требованиями к отслеживанию процессов их нагружения и условиям эксплуатации в части проведения технического обслуживания и ремонта. Показана эволюция расчетных методов оценки остаточного ресурса ГПМ и установления критериев оценки технического состояния металлических конструкций. Исследования, проводимые с целью создания методик оценки величины остаточного ресурса металлических конструкций кранов, выявили необходимость организации непрерывного контроля (мониторинга) изменений технического состояния ГПМ в рамках технического сервиса. Это требует повышения качественного уровня сервисных услуг владельцам грузоподъемных машин, что может быть реализовано посредством использования новых концепций, программ, методов и средств, в том числе с применением современных инструментов и систем, с учетом эффективного использования имеющихся ресурсов. Поэтому в основу современных систем управления производственными и технологическими процессами в сфере технического сервиса грузоподъемных машин предлагается закладывать систему управления рисками.*

**Ключевые слова:** остаточный ресурс, металлическая конструкция, процесс изменения технического состояния, нейросетевая модель, пакеты сервисных услуг, система управления рисками, программа технического сервиса.

## Means and ways to provide assured safety of lifting equipment operation

S.P. Ozornin<sup>a</sup>, A.V. Yakimov<sup>b</sup>

Transbaikal State University, 30, Alexandro-Zavodskaya str., Chita, Russia  
<sup>a</sup>sozornin54@mail.ru, <sup>b</sup>artuomsci@gmail.com

Received 2.12.2012, accepted 12.02.2013

*Due to the changes in the requirements to the processes of lifting equipment loading and the operating conditions concerning monitoring their maintenance and repair, the problem of providing lifting equipment operation safety has been reviewed. The evolution of computational methods to assess the lifting equipment residual life and establish the criteria to assess metal structures operating condition have been analyzed. The research conducted to develop the procedures to assess the residual life of cranes metal structures has revealed the necessity for organizing continuous monitoring of the changes in the lifting equipment operating condition within the framework of maintenance service. Therefore, a higher qualitative level of the lifting equipment maintenance is required and it is achieved by means of new concepts, programs, methods and means including the application of modern tools and systems and taking into consideration the available resources effective use. That is why it is proposed to introduce the risks management system into modern industrial and technological management processes systems in the sphere of lifting equipment maintenance.*

**Key words:** residual life, metal structure, process of operating condition change, connectionist model, service pack, risk management system, maintenance service program.

## Применение кривых кинетического индентирования сферой для определения механических свойств материалов

П.М. Огар<sup>a</sup>, В.А. Тарасов<sup>b</sup>, А.В. Турченко<sup>c</sup>, И.Б. Федоров<sup>d</sup>

Братский государственный университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

<sup>a</sup>ogar@brstu.ru, <sup>b</sup>TV-post@yandex.ru, <sup>c</sup>turchenko1986@yandex.ru

Статья поступила 15.12.2012, принята 18.02.2013

*Приведены выражения, описывающие кривые кинетического индентирования сферой – ветвь нагружения и разгрузки. Показатель степени уравнения кривой разгрузки представлен в зависимости от свойств материала: предела текучести  $\sigma_y$  и приведенного модуля упругости  $E^*$  (или  $\epsilon_y = \sigma_y / E^*$ ), экспоненты упрочнения  $n$  и относительной глубины внедрения  $h/R$ , где  $R$  – радиус сферы. Для определения отношения  $h_c/h = c^2(\epsilon_y, n)$  использованы опубликованные результаты конечно-элементного анализа внедрения сферического индентора. Для определения параметров  $\epsilon_y$  и  $n$  из системы двух трансцендентных уравнений предложено дважды фиксировать четыре параметра кинетического индентирования: максимальную величину усилия  $P_m$ , максимальную глубину внедрения  $h_m$ , глубину остаточной лунки  $h_f$  от исходной поверхности и контактную жесткость на начальном участке ветви разгрузки  $S = dP/dh$ . Приведено выражение для определения корректирующего фактора  $\beta_s = \beta_s(\epsilon_y, n, h_m)$ , используемого при определении приведенного модуля упругости по методу Оливера-Фарра. Для более точного определения параметров  $\epsilon_y$  и  $n$  предложено использовать метод исследования пространства параметров.*

*Для расчета твердости по Мартелю определен объем вытесненного материала от уровня исходной поверхности.*

**Ключевые слова:** кинетическое индентирование, сферический индентор, механические свойства материалов, предел текучести, контактный модуль упругости, экспонента упрочнения, экспонента кривой разгрузки, глубина остаточной лунки, твердость по Майеру, твердость по Мартелю.

## Application of the curves of kinematic indentation by a sphere to determine materials' mechanical properties

P.M. Ogar<sup>a</sup>, V.A. Tarasov<sup>b</sup>, A.V. Turchenko<sup>c</sup>, I.B. Fedorov<sup>d</sup>

Bratsk State University, 40, Makarenko str., Bratsk, Russia

<sup>a</sup>ogar@brstu.ru, <sup>b</sup>TV-post@yandex.ru, <sup>c</sup>turchenko1986@yandex.ru

Received 15.12.2012, accepted 18.02.2013

*The expressions describing the curves of kinetic indentation by a sphere – the loading -unloading branch – have been given. The exponent of the unloading curve degree of equation has been presented depending on the properties of the material: the yield point  $\sigma_y$  and the reduced elastic modulus  $E^*$  (or  $\epsilon_y = \sigma_y / E^*$ ), the hardening exponent  $n$  and the relative depth of penetration  $h/R$ , where  $R$  is radius of a sphere. To determine the  $h_c/h = c^2(\epsilon_y, n)$  ratio, the published results of the finite-element analysis of a spherical indenter*

penetration have been used. To determine the parameters  $\epsilon_y$  and  $n$  in the set of the two transcendental equations, it has been proposed a double registration of four parameters of kinetic indentation: the maximum stress intensity  $P_m$ , the maximum depth of penetration  $h_m$ , the residual crater depth  $h_f$  below reference surface and contact stiffness at the initial section of the unloading branch  $S = dP/dh$ . The expression to determine the correction factor  $\beta_s = \beta_s(\epsilon_y, n, h_m)$  used to determine the reduced elastic modulus according to the Oliver-Pharr method has been given. To determine the parameters  $\epsilon_y$  and  $n$  more accurately, it has been proposed to use the parameters space research technique.

The volume of material displaced from the level of the original surface is defined to calculate the hardness of Martell.

**Key words:** kinetic indentation, spherical indenter, materials' mechanical properties, yield strength, contact elastic modulus, hardening exponent, unloading curve exponent, residual crater depth, hardness by Mayer, hardness by Martell.

## Динамические нагрузки на элементы конструкции гусеничных лесопогрузчиков при детерминированных внешних возмущениях

В.Ф. Полетаikin<sup>a</sup>, Г.Н. Плесовских<sup>b</sup>

Сибирский государственный технологический университет, пр. Мира 82, Красноярск, Россия

<sup>a</sup>poletaikin\_vf@mail.ru

Статья поступила 5.12.2012, принята 8.02.2013

*Лесопогрузчики перекидного типа грузоподъемностью от 25 до 42 кН на базе лесопромышленных тракторов широко применяются в лесной промышленности России при заготовке древесного сырья в виде хлыстов и деревьев с кроной. С учетом того, что 75% древесного сырья заготавливается в таком виде, эти машины будут широко использоваться и в дальнейшем. Исходя из этого, вопросы повышения технического уровня лесопогрузчиков являются актуальными. Повышение производительности лесопогрузчиков связано с решением вопросов повышения грузоподъемности и быстродействия механизмов, скоростей движения, улучшения условий труда операторов. Однако интенсификация режимов работы обуславливает повышение уровня динамических нагрузок на элементы конструкции, возникающих под действием внешних возмущений. При проведении исследований и расчетов на стадии проектирования внешние возмущения рассматриваются либо в виде нагрузок, закон изменения которых во времени задан (детерминирован), либо в виде стационарных случайных процессов, характеристики которых определяются экспериментальными исследованиями. В данной статье рассмотрены вопросы определения динамических нагрузок на элементы конструкции гусеничных лесопогрузчиков методом математического моделирования режимов движения машины с грузом при детерминированных внешних воздействиях.*

**Ключевые слова:** гусеничные лесопогрузчики, динамические нагрузки, элементы конструкции, математическое моделирование

## Dynamic loads on structural elements of crawler timber loader under the determined external disturbances

V.F.Poletaykin<sup>a</sup>, G.N. Plesovskikh<sup>b</sup>

Siberian State Technological University, 82, Mira av., Krasnoyarsk, Russia

<sup>a</sup>poletaikin\_vf@mail.ru

Received 5.12.2012, accepted 8.02.2013

*The tractor-mounted overloaders having loading capacity from 25 to 42 kN are widely employed in Russia's forestry to harvest for tree length and trees with their heads unlopped. Taking into account the fact that 75 % of timber is harvested in such a way, these machines will be widely used in future. Hence, the issues of the loaders technological enhancement are of current interest. The loaders productivity improvement is connected with the solution of the problems of loading capacity and mechanisms speed performance increase, running speed, operators' working conditions enhancement. The operating modes intensification, however, causes the increase in the level of dynamic loads acting on the structural elements arising under the external disturbances influence. Carrying out the research and the calculations at the design stage, the external disturbances are considered either in the form of time-determined loads or in the form of the stationary stochastic processes having the characteristics determined by the experimental studies. The issues of determining the dynamic loads acting on the structural elements of crawler timber loaders by a mathematical modeling method of the driving modes for loaded loggers under the determined external disturbances have been considered in the article.*

**Key words:** crawler timber loaders, dynamic loads, structural elements, mathematical modeling.

# МОДЕЛИРОВАНИЕ И УПРАВЛЕНИЕ В ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

## Многолучевая модель системы внешнего электроснабжения железной дороги переменного тока

А.В. Крюков<sup>а</sup>, Д.П. Вторушин<sup>б</sup>

Иркутский государственный университет путей сообщения, ул. Чернышевского 15, Иркутск, Россия

<sup>а</sup>and\_kryukov@mail.ru, <sup>б</sup>vtorushin\_d\_p@bk.ru

Статья поступила 16.11.2012, принята 15.02.2013

*Предложена модель системы внешнего электроснабжения (СВЭ) железной дороги переменного тока, построенная на основе многолучевой схемы с использованием синхронизированных векторных измерений PMU – WAMS (Phasor Measurement Unit – Wide Area Measurement System). Существенное отличие предлагаемой модели от традиционных лучевых моделей REI состоит в использовании фазных координат и другом порядке построения эквивалента. Актуальность разработки адекватных моделей СВЭ определяется переходом электроэнергетики на новую технологическую платформу, основанную на использовании интеллектуальных сетей (smart grid). Компьютерное моделирование показало высокую точность расчета режимов систем тягового электроснабжения на основе предложенной модели СВЭ. Максимальная погрешность для сети высокого напряжения составила 0,82 %, погрешность определения напряжения на токоприемнике электровоза не превысила 0,27 %.*

**Ключевые слова:** система внешнего электроснабжения железных дорог переменного тока, узловая эквивалентная модель.

## Multibeam model of external power supply system for alternating current railway

A.V. Kryukov<sup>а</sup>, D.P. Vtorushin<sup>б</sup>

Irkutsk State University of Railway Transport, 15, Chernyshevskogo str., Irkutsk, Russia

<sup>а</sup>and\_kryukov@mail.ru, <sup>б</sup>vtorushin\_d\_p@bk.ru

Received.16.11.2012, accepted 15.02.2013

*A new model of power grid that feeds AC traction power-supply system has been proposed. This model was built on the basis of a multibeam scheme using PMU WAMS measurements. The significant difference of the proposed model from traditional REI-models lies in the use of phase coordinates and different modeling order. The development of the feeding power grid models became topical due to the conversion of electric power systems to the new technological platform based on the intelligent networks application, which are also called Smart Grid. The results of computer modeling have proven high accuracy in calculating power-supply system traction modes based on the use of the proposed power grid model. The maximum error for high-voltage power network amounts to 0.82% and 0.27% on the locomotive collector bow.*

**Key words:** external power supply system of alternating current railway, node equivalent model.

## Сетевые кластеры в системах электроснабжения железных дорог переменного тока

А.В. Крюков<sup>а</sup>, Чан Зюй Хынг<sup>б</sup>

Иркутский государственный университет путей сообщения, ул. Чернышевского 15, Иркутск, Россия

<sup>а</sup>and\_kryukov@mail.ru, <sup>б</sup>tranduyhung67@yahoo.com

Статья поступила 16.11.2012, принята 15.02.2013

*В настоящее время происходит переход электроэнергетики РФ на новую технологическую платформу, основанную на использовании технологий интеллектуальных сетей (smart grid). Эти технологии предусматривают широкое применение установок распределенной генерации (РГ). Установки РГ могут работать в составе действующих сетей или объединяться в микроэнергосистемы – сетевые кластеры. Статья посвящена вопросам использования сетевых*

кластеров в системах электроснабжения железных дорог (СЭЖД) переменного тока. Кластеры формируются на базе установок распределенной генерации и вставок постоянного тока. На основе компьютерного моделирования в среде Matlab подтверждена эффективность применения этих технологий в СЭЖД.

**Ключевые слова:** системы электроснабжения железных дорог, распределенная генерация.

## Network clusters in alternative current traction power-supply systems

A.V. Kryukov<sup>a</sup>, Tran Duy Hung<sup>b</sup>

Irkutsk State University of Railway Transport, 15, Chernyshevskogo str., Irkutsk, Russia

<sup>a</sup>and\_kryukov@mail.ru, <sup>b</sup>tranduyhung67@yahoo.com

Received 16.11.2012, accepted 15.02.2013

*Nowadays the electric power industry of the Russian Federation is being converted to the new technological platform based on the use of intelligent network technologies (Smart Grid). These technologies provide broad application of distributed generation installations (DG). The DG installations can work as part of operating networks or be integrated into micropower-supply systems – network clusters. This article is devoted to the use of network clusters in AC traction power-supply systems (TPSR). These clusters are based on the distributed generation installations and direct current inserts. The results of computer modeling with the use of Matlab software have confirmed efficiency of the network clusters application on TPSR.*

**Key words:** power-supply system of railways, distributed generation.

## Выбор оптимального места подключения электрической нагрузки к действующей линии электропередачи

Г.А. Большанин<sup>a</sup>, Л.Ю. Большанина<sup>b</sup>, Е.Г. Марьясова<sup>c</sup>, Т.Г. Коробова<sup>d</sup>

Братский государственный университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

<sup>a</sup>brstu@bk.ru

Статья поступила 17.11.2012, принята 10.02.2013

*В условиях низкого качества электрической энергии необходимо обновлять методики проектирования систем электроснабжения. Линия электропередачи имеет участки с минимальными потерями активной мощности. Уровень искажения временных диаграмм напряжений и токов на клеммах электрической нагрузки зависит от места ее подключения к линии электропередачи. От места подключения электрической нагрузки к действующей линии электропередачи зависит и величина коэффициента мощности, то есть, величина потребляемой реактивной мощности. На примере данных спектральных составов напряжений и токов ЛЭП-220 кВ подстанции «Лена» ОАО «Иркутскэнерго» представлена методика выбора оптимального места подключения электрической нагрузки. В качестве критериев оценки оптимальности приняты потери активной мощности, уровни несинусоидальности напряжения и тока, мощность искажения и коэффициент мощности.*

**Ключевые слова:** линия электропередачи, потери активной мощности, коэффициент искажения кривой напряжения, коэффициент искажения синусоидальности кривой тока, мощность искажения, коэффициент мощности.

## Choice of an optimum point for connecting electric load to an operating power line

G.A. Bol'shanin<sup>a</sup>, L.Yu. Bol'shanina<sup>b</sup>, E.G. Mar'yasova<sup>c</sup>, T.G. Korobova<sup>d</sup>

Bratsk State University, 40, Makarenko str., Bratsk, Russia

<sup>a</sup>brstu@bk.ru

Received 17.11.2012, accepted 10.02.2013

*Under the conditions of electric energy being of poor quality, it is necessary to update the techniques of the power supply systems design. A power line has sections where minimum losses of active power occur. The distortion level of voltage and currents time diagrams on the electric load terminals depends on the point of its connection to a power line. The power factor*

value, i.e. the reactive power consumption value, also depends on the point of electric load connection. By the example of the data of voltages and currents spectral compositions of PL-220 kV «Lena» substation, Irkutskenergo JSC, the technique for the choice of an optimum point to connect electric load to an operating power line has been presented. As the criteria of the optimality assessment of the point to connect electric load to an operating power line, the active capacity losses, the voltage and currents unsinusoidality levels, distortion power and power factor have been accepted.

**Key words:** power line, active capacity losses, current curve distortion factor, distortion factor of current curve sinusoidality, distortion power, power factor.

## Коэффициент полезного действия высоковольтной трехфазной трехпроводной линии электрической передачи с распределенными параметрами

В.А. Козлов<sup>a</sup>, Г.А. Большанин<sup>b</sup>

Братский государственный университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

<sup>b</sup>bolshaning@mail.ru

Статья поступила 17.11.2012, принята 12.02.2013

*Согласование линии электропередачи с электрической нагрузкой является действенным способом повышения ее пропускной способности. Это доказывается на примере симметричного однородного участка высоковольтной трехфазной трехпроводной линии электропередачи, входящей в состав симметричной электроэнергетической системы. Сформулированы условия согласования трехпроводной линии электропередачи с электрической нагрузкой. Отмечено, что передача электрической энергии по симметричной трехпроводной линии электропередачи, входящей в состав симметричной электроэнергетической системы, обеспечивается тремя равновеликими парами волн электромагнитного поля. Показано, что о повышении пропускной способности линии электропередачи при ее согласовании с электрической нагрузкой свидетельствует факт повышения коэффициента полезного действия линии.*

**Ключевые слова:** трехпроводная линия электропередачи, согласованный режим, электрическая нагрузка, падающая волна, коэффициент полезного действия.

## Efficiency of high-voltage three-phase three-wire power transmission line with distributed parameters

V.A. Kozlov<sup>a</sup>, G.A. Bol'shanin<sup>b</sup>

Bratsk State University, 40, Makarenko str., Bratsk, Russia

<sup>b</sup>bolshaning@mail.ru

Received 17.11.2012, accepted 12.02.2013

*Matching a power line to electric load is an effective way to increase its capacity. It is proved by the example of a symmetrical uniform section of a high-voltage three-phase three-wire power line which is included into a symmetrical power system. The conditions of matching a three-wire power line to electric load have been formulated. It has been noted that electric-power transmission along the symmetrical three-wire power line which is included into a symmetrical power system is provided by three equal couples of the electromagnetic field waves. The laws for phase voltage and line currents distribution along the uniform section of a three-phase three-wire power line while its matching to electric load. It has been noted that when matching a three-phase symmetrical power line which is included into a symmetrical power system and the electric load phase voltage and line currents are distributed along the transmission line according to the exponential laws and their propagation is ensured by incident waves of the electromagnetic field only. It has been shown that the line efficiency increase is indicative of the increase in a power line capacity while matching to the electric load.*

**Key words:** three-wire power line, matched mode, electric load, incident wave, efficiency.

# СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

## Состояние сырьевой базы и перспективы развития предприятий по производству стеновой керамики в Иркутской области

И.А. Макарова<sup>a</sup>, Н.А. Лохова<sup>b</sup>, А.Л. Макарова<sup>c</sup>

Братский государственный университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия  
<sup>a</sup>makarovabrgy@yandex.ru, <sup>b</sup>nlokhova@yandex.ru, <sup>c</sup>makarovabrgy@yandex.ru  
Статья поступила 22.10.2012, принята 23.01.2013

*Анализ балансовых запасов месторождений глинистого сырья Иркутской области показал, что основной объем глинистых пород добывается на трех месторождениях – Максимовском, Новоразводнинском, Анзевинском. Пригодность глинистых пород для предприятий по производству стеновой керамики установлена путем комплексной оценки гранулометрического, химического состава и технологических свойств сырья. Анализ химического состава выявил, что сырье характеризуется низким содержанием оксидов плавней и, в ряде случаев, повышенным содержанием оксидов кальция и магния. Сырье относится к неспекающемуся и обеспечивает получение изделий с высокой средней плотностью. Это предопределяет необходимость выпуска пустотелых керамических изделий для снижения материалоемкости производства и улучшения теплотехнических свойств изделий. По гранулометрическому составу глинистые породы относятся преимущественно к низкодисперсному сырью и представлены, в основном, суглинками. По технологическим свойствам большая часть сырья относится к умереннопластичному и среднечувствительному к сушке. Установлено, что на базе данного глинистого сырья возможно производство преимущественно рядовых стеновых керамических изделий. При этом сырье нуждается в корректировании состава добавками разного назначения. Для выпуска лицевой керамики целесообразно применение дисперсного органокремнеземистого техногенного сырья.*

**Ключевые слова:** глинистое сырье, месторождение, балансовые запасы, категории, химический состав, гранулометрический состав, технологические свойства.

## Raw materials resource base condition and development prospects of Irkutsk region enterprises producing wall ceramics

I.A. Makarova<sup>a</sup>, N.A. Lokhova<sup>b</sup>, A.L. Makarova<sup>c</sup>

Bratsk State University, 40, Makarenko str., Bratsk, Russia  
<sup>a</sup>makarovabrgy@yandex.ru, <sup>b</sup>nlokhova@yandex.ru, <sup>c</sup>makarovabrgy@yandex.ru  
Received 22.10.2012, accepted 23.01.2013

*The analysis of the Irkutsk region clay resources reserves has demonstrated that the bulk of clay rock is produced from the three fields – Maksimovskoye, Novorazvodninskoye, Anzevinskoye. The applicability of clay rock for wall ceramics enterprises has been established through the raw material's integrated assessment of granulometric and chemical composition and technological properties. The chemical composition analysis has revealed that the raw material is characterized by low content of fluxing oxides and, in some cases, by high content of calcium and magnesium oxides. The raw material is attributed to the non-sintering one and provides the manufacture of the products of high average density. This predetermines the need for production of hollow ceramic ware to reduce the materials/output ratio and improve products' thermotechnical properties. As to the granulometric composition, clay rock is mainly referred to a low-dispersive raw material and for the most part is presented by loams. As to the processing characteristics, most of the raw materials are medium-plastic and mid-sensitive to drying. It has been established the possibility to produce mainly ordinary wall panels on the basis of the given clay raw material. Besides, the raw material needs modifying its composition by various additives. To produce facing ceramics, it is advisable to use the dispersed organic silica technogenic raw materials.*

**Key words:** argillous raw material, deposit, resources reserves, categories, chemical composition, granulometric composition, processing characteristics.

# Фазообразование в золокремнеземистом керамическом материале

Н.А. Лохова<sup>a</sup>, М.И. Цинделиани<sup>b</sup>

Братский государственный университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

<sup>a</sup>nlokhova@yandex.ru, <sup>b</sup>kuklajoty@rambler.ru

Статья поступила 8.11.2012, принята 10.02.2013

*В последнее время уделяется большое внимание совершенствованию технологии производства керамических стеновых изделий, внедрению в технологический процесс нетрадиционного и техногенного сырья. Поскольку кирпич является, по существу, местным строительным материалом, то организовывать его выпуск приходится из сырья, имеющегося в каждом регионе. В связи с этим перед исследователями встают задачи создания керамического материала с повышенными физико-механическими свойствами на основе местного сырья, с применением различных техногенных отходов производства и нетрадиционных видов минерального сырья (шлаков, зол, различных стоков и осадков, некондиционных материалов и т. д.), а также снижения энергетических затрат при производстве. Среди промышленных отходов одно из первых мест по объему образования занимают золы от сжигания твердых видов топлива. Зола-унос в сочетании с кремнеземосодержащим компонентом позволяет синтезировать техногенные шихты, приближенные по химическому составу к глинистому сырью. В статье приведены результаты рентгенофазового анализа керамических стеновых материалов на основе высококальциевой и низкокальциевой золы-унос от сжигания углей Ирша-Бородинского месторождения.*

**Ключевые слова:** высококальциевая зола-унос, низкокальциевая зола-унос, пыль газоочистки ферросплавного производства, фазовые превращения, стеновая керамика.

## Phase formation in fly-ash-silica ceramic materials

N.A. Lokhova<sup>a</sup>, M.I. Tsindeliani<sup>b</sup>

Bratsk State University, 40, Makarenko str., Bratsk, Russia

<sup>a</sup>nlokhova@yandex.ru, <sup>b</sup>kuklajoty@rambler.ru

Received 8.11.2012, accepted 10.02.2013

*Recently, much attention has been paid to improving the technology of ceramic wall products manufacture, the introduction of nonconventional and man-made materials to the process. Since brick is, in essence, a local building material, its manufacture has to be organized from the raw materials available in the region. In this connection, the researchers face the task of developing ceramic material with the improved physical and mechanical properties based on the local raw materials using various industrial waste and nonconventional types of minerals (slag, ash, various waste water and rainfalls, substandard materials, etc.), as well as reducing energy consumption during production. Among industrial waste, furnace bottom ash ranks first as to formation volume. Fly ash in combination with silica-component allows the synthesis of industrial batch in chemical composition similar to clay raw material. The results of the X-ray analysis of ceramic wall materials based on high-calcium and low-calcium fly ash from the Irsha Borodino field coal combustion.*

**Key words:** high-calcium fly ash, low-calcium fly ash, dust, gas purification ferroalloy production, phase transformations, wall ceramics.

## Вероятностные характеристики грунтового массива Восточно-Сибирского региона

С.И. Васильев<sup>1, a</sup>, С.П. Ереско<sup>2, b</sup>, В.Г. Жубрин<sup>2, c</sup>

<sup>1</sup>Сибирский федеральный университет, пр. Свободный 82, Красноярск, Россия

<sup>2</sup>Сибирский государственный аэрокосмический университет им. академика М.Ф. Решетнева, пр-т им. газеты «Красноярский рабочий» 31, Красноярск, Россия

<sup>a</sup>s-vasilev1@yandex.ru, <sup>b</sup>eresko07@mail.ru, <sup>c</sup>sibniisd@mail.ru

Статья получена 30.10.2012, принята 10.02.2013

*Приведены результаты исследования частоты встречаемости гравийно-галечниковых включений в грунтах Восточно-Сибирского региона. Предложено разделить включения в сезонно-мерзлых грунтах на десять фракций, включающие в себя крупнообломочные и обломочные включения, а также гравийно-галечниковые фракции. Доказано,*

что частота встречаемости отдельных групп фракционного состава гравийно-галечниковых включений в грунтах Сибири подчиняется закону распределения Пуассона, произведена оценка вероятности распределения включений. В работе сделан детальный анализ фракционного состава грунтов всех регионов, входящих в состав Восточной Сибири – Красноярского края, Иркутской области, республики Саха, республики Бурятия, отдельно рассмотрена перспективная для строительства территория Байкало-Амурской магистрали. В качестве исходной информации использованы паспорта грунтов исследуемого региона, которые позволили определить наиболее вероятные гранулометрические составы грунтов путем перебора возможных вариантов с использованием полученных распределений, для этого рекомендован полином четвертой степени и табличные данные показателей степени коэффициентов. Выдвинута аксиома, что по закону распределения гравийно-галечниковые включения в грунтах Восточной Сибири разделяются на две группы, для проверки этой гипотезы использовался критерий согласия Пирсона, критерий согласия подтвердил правильность выравнивания размерных рядов частоты встречаемости фракций по закону Пуассона. Уровень значимости критерия согласия определен из таблицы значений квантилей. По параметру распределения и уровню значимости гипотезы аргументировано образование двух кластеров.

**Ключевые слова:** грунты, гравийно-галечниковые включения, фракционный состав, вероятность и закон распределения, частота встречаемости, закон распределения, плотность вероятности, роторные траншейные экскаваторы.

## Probabilistic characteristics of the East-Siberian region soil area

S.I. Vasil'yev<sup>1, a</sup>, S. P. Eresko<sup>2, b</sup>, V. G. Zhubrin<sup>2, c</sup>

<sup>1</sup>Siberian Federal University, 82, Svobodny av., Krasnoyarsk, Russia

<sup>2</sup>Siberian State Aerospace University, 31, Krasnoyarsky rabochy av., Krasnoyarsk, Russia

<sup>a</sup>s-vasilev1@yandex.ru, <sup>b</sup>eresko07@mail.ru, <sup>c</sup>sibniisdms@vfil.ru

Received 30.10.2012, accepted 10.02.2013

*The investigation results of the occurrence frequency of gravel inclusions in the East-Siberian region soils have been given in the article. It has been proposed to divide inclusions in the seasonally frozen soils into ten fractions, including rudaceous and detrital as well as gravel-pebble ones. It has been proved that the occurrence frequency of the specific groups of the gravel-pebble inclusions fractional composition in the soils of Siberia is governed by the Poisson distribution law. The assessment of the inclusions distribution probability has been done. The detailed analysis of the soils fractional composition of the Eastern Siberia regions – Krasnoyarsk Territory, Irkutsk Region, the Republic of Sakha, the Republic of Buryatia – has been conducted. A promising area for construction – the Baykal-Amur Railway – has been considered particularly. The soils charts of the studied area have been used as initial information. They have allowed determining the most probable soils granulometric compositions by the examination of options using the obtained distributions. For this reason, one should use the fourth-degree polynomial and tabular data of factor exponents. There has been suggested the axiom that according to the distribution law, the gravel-pebble inclusions in the soils of Eastern Siberia are divided into two groups. To test this hypothesis, the Pearson fitting criterion was used which confirmed the leveling correctness of the size ranges of the fractions occurrence frequency according to the Poisson law. The significance level of the fitting criterion has been determined using the quantiles values table. The distribution parameter and significance level of the hypothesis have helped argue the formation of two clusters.*

**Key words:** soils, gravel-pebble inclusions, fractional composition, probability, distribution law, occurrence frequency, probability density, rotary trenching machines.

## Системный подход к анализу работы комплексов механизмов и машин лесозаготовительного производства

С.М. Базаров<sup>1, a</sup>, В.И. Пятякин<sup>1, b</sup>, А.Н. Соловьев<sup>1, c</sup>, В.А. Иванов<sup>2, d</sup>, М.В. Степанищева<sup>2, e</sup>

<sup>1</sup>Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет им. Кирова. Институтский пер. 5, Санкт-Петербург, Россия

<sup>2</sup>Братский государственный университет, Макаренко 40, Братск, Россия

<sup>a</sup>s.bazarow@yandex.ru, <sup>b</sup>s.bazarow@yandex.ru, <sup>c</sup>Spb.soloviev@mail.ru, <sup>d</sup>ivanovva55@mail.ru, <sup>e</sup>dara1977@inbox.ru

Статья поступила 28.10.2012, принята 10.02.2013

*Эффективность лесозаготовительного производства определяется необходимостью формирования энергосберегающих технологий на базе существующего парка механизмов и машин. Наиболее информативными показателями эффективности технологического процесса являются его производительность и мощность, определяемые с позиции теории систем. В статье приведены формулы для расчета эффективной производительности и мощности систем механизмов и машин, последовательно выполняющих технологические операции производства*

лесоматериалов на лесосеке. Построенная математическая модель позволяет оценить степень синхронизации-десинхронизации комплексов механизмов и машин, определяющей качество их эксплуатации. С позиции системного анализа работа комплексов механизмов, машин и оборудования лесозаготовительного производства должна рассматриваться как единый технологический процесс, взаимосвязанных общим временем производства дискретных операций.

**Ключевые слова:** дискретность, синергетика, время, производительность, мощность.

## Systems approach to the operational analysis of logging mechanisms and machinery

S.M. Bazarov<sup>1,a</sup>, V.I. Patyakin<sup>1,b</sup>, A.N. Solov'yev<sup>1,c</sup>, V.A. Ivanov<sup>2,d</sup>, M.V. Stepanishcheva<sup>2,e</sup>

<sup>1</sup> St. Petersburg State Forestry Engineering University, 5, Institut'sky lane, St. Petersburg, Russia

<sup>2</sup> Bratsk State University, 40, Makarenko str., Bratsk, Russia

<sup>a</sup>s.bazarow@yandex.ru, <sup>b</sup>s.bazarow@yandex.ru, <sup>c</sup>Spb.soloviev@mail.ru, <sup>d</sup>ivanovva55@mail.ru, <sup>e</sup>dara1977@inbox.ru

Received 28.10.2012, accepted 10.02.2013

*The efficiency of logging production is caused by the need to develop energy saving technologies on the basis of the existing park of mechanisms and machines. The most informative indicators of the technological process efficiency are its productivity and capacity determined by the system theory approach. The article proposes the formulas to calculate effective productivity and power of mechanisms and machines systems which are consistently carrying out technological operations to produce timber on a cutting area. The constructed mathematical model allows estimating the synchronization-desynchronization degree of mechanisms and machines determining their operational aspects. From the system analysis viewpoint, the performance of mechanisms, machines and logging equipment has to be considered as integrated operating procedures interconnected by the overall lead time of discrete operations performing.*

**Key words:** discreteness, synergetics, time, productivity, capacity.

## Машины для эффективной и неистощительной заготовки леса

А.Н. Сухих<sup>a</sup>, С.М. Сыромаха<sup>b</sup>

Братский государственный университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

<sup>a</sup>сухих2005@mail.ru, <sup>b</sup>syromakhacm@rambler.ru

Статья поступила 15.11.2012, принята 7.02.2013

*Лесопромышленное производство определяет требования к современной науке по созданию высокоэффективных и производительных лесозаготовительных машин. Применение предлагаемых лесозаготовительных машин позволит обеспечить устойчивость и неистощительность лесозаготовок, модели универсальны и предназначены для валки и трелевки леса. Использование сменного навесного оборудования позволит выполнять весь объем лесосечных работ с требуемой эффективностью, даст возможность совершенствования технологического процесса современного ЛПК. Использование универсальных машин с различным навесным оборудованием вместо системы машин, применяемых на лесозаготовках в настоящее время, решит проблему несовместимости по производительности при работе в составе лесозаготовительных комплексов, сократит стоимость основных фондов и затраты на техническое обслуживание. Поэтому предлагаемая автором интенсивная лесозаготовка с учетом комплексного инновационного подхода на базе универсальных машин позволит улучшить работу лесозаготовительных предприятий и лесопромышленного комплекса. Модели универсальных лесозаготовительных машин позволят на современном уровне решить насущные проблемы ЛПК.*

**Ключевые слова:** лесозаготовительные машины, лесопромышленное производство, оптимизация, устойчивость и неистощительность лесозаготовок.

## Machines for effective and sustainable timber harvesting

A.N. Sukhikh<sup>a</sup>, S.M. Syromakha<sup>b</sup>

Bratsk State University, 40, Makarenko str., Bratsk, Russia

<sup>a</sup>сухих2005@mail.ru, <sup>b</sup>syromakhacm@rambler.ru

Received 15.11.2012, accepted 7.02.2013

*Timber production sets requirements to modern science to develop highly efficient and productive harvesting machines. The employment of the proposed timber harvesting machines will allow providing the sustainability of timber harvesting. The listed models are universal and intended for feeling and skidding. Employing removable equipment will allow carrying out the total amount of cutting area operations with demanded efficiency and will give the chance to improve the operating procedures at a modern Timber Industry Complex. Employing universal machines with various removable equipment instead of harvesting systems will solve the productivity incompatibility problem for machines operated at timber complexes, will reduce the fixed assets value and maintenance costs. Therefore, intensive forest exploitation proposed by the authors and taking into account the complex innovative approach based on employment of universal cars will make it possible to improve timber enterprises and timber industry complex operation. The models of universal harvesting machines allow solving vital tasks of Timber Industry Complex.*

**Key words:** timber harvesting machines, timber production, optimization, logging sustainability.

## Технология проведения работ по лесосводке лож водохранилищ ГЭС, построенных на лесопокрытых территориях

В.П. Корпачев<sup>a</sup>, А.И. Пережилин<sup>b</sup>, А.А. Андрияс<sup>c</sup>, Г.А. Гайдуков<sup>d</sup>

Сибирский государственный технологический университет, ул. Мира 82, Красноярск, Россия  
<sup>a</sup>ivr@sibstu.kts.ru, <sup>b</sup>AlexPr\_1982@mail.ru, <sup>c</sup>andriyas@mail.ru, <sup>d</sup>gaidukov-gennadi@mail.ru  
Статья поступила 16.11.2012, принята 6.02.2013

*Основной особенностью проведения работ по подготовке под затопление лож водохранилищ ГЭС, строящихся в условиях Сибири, является необходимость выполнения лесосводки (вырубки товарных запасов древесины) в очень значительных объемах. Как показывает практика, ни на одном водохранилище лесосводка не была выполнена в полном (плановом) объеме, что впоследствии привело к появлению на акватории водохранилищ значительных объемов плавающей древесины, которая негативно влияет на окружающую среду, на качество воды, мешает судоходству, представляет угрозу для гидротехнических сооружений и др. В статье описаны особенности проведения работ по лесосводке в зоне затопления водохранилища Богучанской ГЭС, влияющие на объем вырубки, основными из которых являются специфические условия работ, требующие специальной организации и привлечения значительных финансовых ресурсов. Представлены основные таксационные показатели древесно-кустарниковой растительности зоны затопления Богучанской ГЭС и результаты технико-экономических расчетов, выполненных авторами, иллюстрирующие экономическую неэффективность проведения работ по лесосводке в ложе Богучанского водохранилища и необходимость привлечения дополнительных средств в виде дотаций.*

**Ключевые слова:** водохранилище, лесосводка, технология, технико-экономические показатели.

## Technology of forest cutting in reservoir floors of hydroelectric power stations built on forest areas

V.P. Korpachev<sup>a</sup>, A.I. Perezhilin<sup>b</sup>, A.A. Andriyas<sup>c</sup>, G.A. Gaydukov<sup>d</sup>

Siberian State Technological University, 82, Mira av., Krasnoyarsk, Russia  
<sup>a</sup>ivr@sibstu.kts.ru, <sup>b</sup>AlexPr\_1982@mail.ru, <sup>c</sup>andriyas@mail.ru, <sup>d</sup>gaidukov-gennadi@mail.ru  
Received 16.11.2012, accepted 6.02.2013

*The main feature of work performance to prepare for flooding reservoirs of hydroelectric power stations (HPS) built in Siberia is the need for forest cutting (timber cutting inventory) in a very large volume. The experience has proven that in no reservoir forest cutting has been performed to the full (planned) extent that subsequently has led to large amounts of floating wood appearing on the water area that has negative effect on the environment (water quality), impede navigation, offer threat to hydraulic facilities, etc. This article describes the work performance features of forest cutting in the flood hazard zone of the Boguchanskaya HPS reservoir having effect on the cutting volume, the major ones being the specific working conditions requiring special organization and attracting significant financial resources. The article proposes the main forest valuation indicators of trees and shrubs in the Boguchanskaya HPS flooding zone and the results of technical and economic calculations performed by the authors to illustrate economic inefficiency of the works on forest cutting carried out on the floor of the Boguchanskaya HPS reservoir and the need to raise additional funds in the form of subsidies.*

**Key words:** reservoir floor, forest cutting, technology, technical and economic indicators.

## Применение водных суспензий природных пуццоланических добавок в производстве бетонов

В.И. Калашников<sup>a</sup>, О.В. Тараканов<sup>b</sup>, Р.Н. Москвин<sup>c</sup>, М.Н. Мороз<sup>d</sup>, Е.А. Белякова<sup>e</sup>, В.С. Белякова<sup>f</sup>, Р.И. Спиридонов<sup>g</sup>

Пензенский государственный университет архитектуры и строительства, ул. Г. Титова 28, Пенза, Россия  
<sup>a</sup>techbeton@pguas.ru, <sup>b</sup>tarov60@mail.ru, <sup>c</sup>moskva\_in@mail.ru, <sup>d</sup>mn\_moroz@mail.ru, <sup>e</sup>var\_lena@mail.ru, <sup>f</sup>varya\_bel@mail.ru,  
<sup>g</sup>pashkov\_1988@list.ru

Статья поступила 12.11.2012, принята 10.02.2013

*Минеральные добавки в бетон значительно улучшают физико-механические и гигрометрические показатели бетона, такие, как прочность, морозостойкость, водонепроницаемость, коррозионная стойкость и др. Производство современного бетона нового поколения с суперпластификаторами требует использования высокодисперсных пуццоланических добавок, обладающих низкой насыпной плотностью в пределах 170-400 кг/м<sup>3</sup>. В связи с этим бетоносмесительные цеха старой планировки необходимо дополнительно оснащать бункерами большого объема, что требует реконструкции. В статье показана возможность приготовления, хранения и использования водных суспензий пуццоланических добавок при производстве бетонов нового поколения. Сложность данной технологии заключается в получении агрегативно-устойчивых суспензий, чтобы исключить необходимость постоянного перемешивания суспензий, а при случайной остановке мешалок избежать прекращения технологического процесса из-за оседания частиц и уплотнения осадка. В статье рассмотрена возможность предотвращения седиментации водной суспензии высокодисперсного природного диатомита и термообработанного биокремнезема с использованием различных стабилизаторов. Были исследованы стабилизирующие добавки разного механизма действия, как ионно-электростатического, так и барьерно-расклинивающего. Выявлен наиболее оптимальный и дешевый способ стабилизации, проведен сравнительный эксперимент по изготовлению реакционно-пористого бетона нового поколения с использованием биокремнезема, как в сухом виде, так и в виде суспензий.*

**Ключевые слова:** пуццоланические добавки, биокремнезем, диатомит, водная суспензия, седиментационная устойчивость.

## Use of natural water suspensions of pozzolanic admixtures in concrete production

V.I. Kalashnikov<sup>a</sup>, O.V. Tarakanov<sup>b</sup>, R.N. Moskvinc, M.N. Moroz<sup>d</sup>, E.A. Belyakova<sup>e</sup>,  
V.S. Belyakova<sup>f</sup>, R.I. Spiridonov<sup>g</sup>

Penza State University of Architecture and Construction, 28 G. Titova str., Penza, Russia  
<sup>a</sup>techbeton@pguas.ru, <sup>b</sup>tarov60@mail.ru, <sup>c</sup>moskva\_in@mail.ru, <sup>d</sup>mn\_moroz@mail.ru, <sup>e</sup>var\_lena@mail.ru, <sup>f</sup>varya\_bel@mail.ru,  
<sup>g</sup>pashkov\_1988@list.ru

Received 12.11.2012, accepted 10.02.2013

*Mineral additives significantly improve physical and mechanical and hygrometric parameters of concrete such as strength, frost resistance, water resistance, corrosion resistance, etc. Production of new generation concrete using superplasticizing agents requires fine pozzolanic admixtures with low bulk density in the range of 170-400 kg/m<sup>3</sup>. In this regard, concrete mixing plants of previous planning need to be equipped with large volume bunkers and it requires reconstruction. The article shows the possibility of preparation, storage and use of aqueous suspensions of pozzolanic admixtures in the new generation concrete production. The complexity of this technique consists in obtaining aggregation-stable suspensions to avoid the need for suspensions constant stirring and the technological process shutdown due to the particles sedimentation and sediment compaction. The article considers the possibilities for preventing sedimentation of an aqueous suspension of superfine natural diatomite and heat-treated biosilica using various stabilizers. Te stabilizing admixtures of different mechanisms – both ion-electrostatic and barrier-disjoining – were investigated. The most appropriate and cheapest way of stabilization has been revealed, a comparative experiment to produce reactive powder concrete of new generation using biosilica both dry and in the form of suspensions has been conducted.*

**Key words:** pozzolanic admixtures, biosilica, diatomite, water suspension, sedimentation stability.

# Методика выбора параметров генератора для ультразвуковой окорки лесоматериалов

Г.Д. Гаспарян

Братский государственный университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

Garik.gasparian@yandex.ru

Статья поступила 30.10.2012, принята 2.02.2013

*Рассмотрены основные показатели ультразвуковых генераторов с целью оптимизации технологии ультразвуковой окорки лесоматериалов. Предложена методика определения основных технологических параметров, на основе которых моделируются показатели ультразвукового генератора, применяемого в окорке лесоматериалов. Описана методика, обеспечивающая выбор параметров ультразвукового генератора, работающего в паре с колебательной системой. Представлен процесс формирования кавитационного процесса, разрушающего элементы коры. В соответствии с разработанной методикой получены выражения и зависимости основных эксплуатационных параметров ультразвукового генератора. Осуществлен расчет акустической и электрической мощности электронного генератора с целью формирования в жидкой среде кавитационного эффекта с необходимыми показателями, позволяющими разрушать связи между элементами коры окориваемого лесоматериала. Разработана математическая модель процесса схлопывания кавитационного пузырька, что позволяет провести оценку энергии, возникающей при возникновении кавитационного эффекта, разрушающего слой коры.*

**Ключевые слова:** окорка, кора, ультразвук, ультразвуковая окорка, лесоматериал, кавитационный эффект, колебательная система.

## Generator parameters selection technigue for ultrasonic barking

G.D. Gasparyan

Bratsk State University, 40, Makarenko str., Bratsk, Russia

Garik.gasparian@yandex.ru

Received 30.10.2012, accepted 2.02.2013

*The basic indicators of ultrasonic generators in order to optimize the ultrasonic barking technology have been considered. The technique to determine the main technological parameters being basic for modeling the indicators of the ultrasonic generator used in debarking has been proposed. The technique for providing the choice of the parameters of ultrasonic generators running together with an oscillating system has been described. The formation of the cavitation process that destroys bark elements has been presented. In accordance with the established procedure, the expressions and dependences of the ultrasonic generator main operating parameters have been obtained. The calculation of acoustic and electric power of the electronic generator to form the cavitation effect with necessary indicators to destroy the connection between bark elements of the debarked timber has been performed. A mathematical model of the process of a cavitation bubble collapse has been developed. It enables to assess energy generated when a cavitation effect damaging the bark layers occurs.*

**Key words:** barking, bark, ultrasound, ultrasonic barking, timber, cavitation effect, oscillating system.

## Методы оценки технологичности технических систем для ультразвуковой окорки лесоматериалов

Г.Д. Гаспарян

Братский государственный университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

Garik.gasparian@yandex.ru

Статья поступила 30.10.2012, принята 2.02.2013

*Рассмотрены основные показатели технологичности технических систем и их элементов для процесса окорки лесоматериалов при помощи ультразвука в водной среде. Разработана технологическая установка для ультразвуковой окорки и проведения комплексных полнофакторных экспериментов и исследований процесса ультразвуковой окорки лесоматериалов в водной среде, при которых определяются наиболее оптимальные параметры технологического процесса, источников ультразвукового излучения и конструктивных элементов ультразвуковых колебательных систем и инструментов. Предложены методы определения параметров технологичности технических систем с целью оценки эффективности создания инструментов новых конструкций и повышения уровня технологического комплекса для*

ультразвуковой окорки лесоматериалов. Приведены примеры определения параметров технологичности ультразвуковой колебательной системы в компьютерной среде «TechnoCo», с помощью которой разработана структурная схема конструкции ультразвуковой колебательной системы технологического комплекса. Дан комплекс рекомендаций по оптимизации показателей технологического комплекса окорки лесоматериалов ультразвуком, проходящей в водной среде.

**Ключевые слова:** технологический процесс, ультразвук, технологичность, технические системы, коэффициент технологичности.

## Techniques to evaluate technological effectiveness of ultrasonic barking systems

G.D. Gasparyan

Bratsk State University, 40, Makarenko str., Bratsk, Russia

Garik.gasparian@yandex.ru

Received 30.10.2012, accepted 2.02.2013

*The main technological parameters of the technical systems and components technological effectiveness to implement the process of ultrasonic barking in the aqueous medium have been considered. The technological systems for ultrasonic barking and carrying out integrated full factorial experiments and research of the ultrasonic barking process in the aqueous medium have been developed. They allow determining the optimal parameters of the technological process, ultrasonic radiation sources and the ultrasonic vibration systems and tools components. The methods for determining the technological engineering systems parameters to evaluate the effectiveness of new tools and the enhancement of the level of the technological complex for ultrasonic barking have been proposed. The examples to determine the technological effectiveness parameters of the ultrasonic oscillating systems in the «TechnoCo» environment have been given. This environment was used to develop a design flow diagram of the ultrasonic oscillatory system for the technological complex. A number of guidelines to optimize the ultrasonic barking technological complex parameters held in the aqueous medium have been given.*

**Key words:** technological process, ultrasound, technological effectiveness, technical systems, technological effectiveness factor.

## К вопросу проектирования схемы лесотранспортной сети с учетом оптимизации грузопотоков

В.Н. Костяев

Братский государственный университет, ул. Макаренко 40, г. Братск, Россия

chessmaster-russt@yandex.ru

Статья поступила 14.10.2012, принята 6.02.2013

*Рассмотрены основные концепции проектирования лесотранспортной сети и описаны их основные недостатки, обусловленные сложностью учета всех факторов, оказывающих влияние на лесозаготовительный процесс. Предложен алгоритм проектирования схемы сети лесовозных дорог с детальным описанием наиболее важных параметров (особенности рельефа местности, численное количество и территориальное расположение лесосек, характеристика существующих транспортных путей, вместимость погрузочных пунктов, удаленность потребителей древесины, имеющиеся системы и комплекты машин и др.). Описан универсальный метод поиска оптимальной лесотранспортной сети, основанный на инструментарии теории графов (в частности – построении минимального покрывающего дерева). Предложены подход к проведению оценки доступности лесных ресурсов и расчету экономической эффективности от реализации проекта по освоению лесных участков посредством выбора наиболее привлекательных с экономической точки зрения лесосек и способ соединения их в единую лесотранспортную сеть. Приведен пример построения кратчайшей схемы сети лесовозных дорог, найденной с помощью методов математического моделирования, а также рассмотрены возможности оптимизации грузопотоков от пункта лесозаготовок до конечного потребителя. Описана необходимость проектирования лесовозных дорог с учетом динамики лесоводственно-таксационных характеристик насаждений, а также требований к обеспечению экологической безопасности на осваиваемых территориях. На основе предложенной математической модели возможна разработка программного обеспечения для инженеров лесозаготовительных предприятий, занимающихся вопросами проектирования лесотранспортной сети. Метод может применяться для любых по масштабу территорий с различными природно-климатическими условиями, породным составом и количественным запасом древесины.*

**Ключевые слова:** грузопотоки, лесотранспортная сеть, математическое моделирование, теория графов.

# On the design of forest network based on traffic optimization

V.N. Kostyaev

Bratsk State University, 40, Makarenko str., Bratsk, Russia  
chessmaster-russt@yandex.ru  
Received 14.10.2012, accepted 6.02.2013

*The article describes the basic concepts of forest road network design and the main disadvantages resulting from the complexity of accounting for all the factors that influence the logging process. The algorithm for designing the scheme of logging roads network giving a detailed description of the most important parameters (especially the terrain, the numerical number and geographical location of cutting areas, the existing transport routes characteristic, the loading points capacity, wood consumers remoteness, the existing systems and sets of machines, etc.). The universal method to search for optimal forest road network based on the graph theory tools (in particular, the minimum covering tree construction) has been described. The approach to the forest resources availability assessment and the calculation of the project cost-effectiveness to develop forest areas by selecting the most attractive cutting areas from the economic point of view and the way of combining them into the unique forest road network has been proposed. The example of the shortest forest road network scheme construction found by the mathematical modeling methods has been given; the capabilities of the traffic flow optimization from the cuttings areas to the end user have been considered. The necessity for designing forest roads with due regard for the dynamics of the silvicultural-taxation stands characteristics, as well as the requirements for environmental safety for the developed territories have been described. On the basis of the proposed mathematical model, the software for logging company engineers involved in the forest road network design can be developed. The method can be applied to the areas of any scale, climatic conditions, species composition and quantitative supply of wood.*

**Key words:** cargo traffic, forest road network, mathematic simulation, graph theory.

## Роль органической компоненты в формировании патогенных минералов

О.А. Голованова<sup>1, a</sup>, В.В. Корольков<sup>1, b</sup>, В.А. Смолий<sup>2, c</sup>

<sup>1</sup>Омский государственный университет им. Ф.М. Достоевского. Пр. Мира, 55а, Омск, Россия

<sup>2</sup>НИИ «Нанотехнологии и наноматериалы», Южно-Российский государственный технический университет, ул. Просвещения 132, Новочеркасск, Россия

<sup>a</sup>golovanoa2000@mail.ru, <sup>b</sup>korolkov-92@mail.ru, <sup>c</sup>vikk-toria@yandex.ru

Статья поступила 15.10.2012, принята 5.02.2013

*Наличие органического вещества в патогенных минералах привлекает внимание исследователей, поскольку есть вероятность влияния данной составляющей на процесс формирования камня. Однако в настоящее время не существует единой теории, объясняющей природу взаимодействия минеральной и органической составляющих ОМА. Проблема исследования органической составляющей патогенных агрегатов остается актуальной ввиду ее специфичности и определения в значительной степени процесса патологического фазообразования в организме человека. Материалом для комплексного анализа белковых соединений послужила коллекция камней жителей Омского региона: мочевые камни (40 образцов), зубные камни (85 образцов) и слюнные камни (14 образцов). Установлено, что содержание органических веществ белковой природы в почечных камнях зависит от минерального состава образца. По минеральному составу среди уролитов выделяют оксалатные (соли щавелевой кислоты), фосфатные (соли ортофосфорной кислоты) и уратные (мочевая кислота и ее соли) камни, однако наиболее распространены уролиты смешанного типа. Водорастворимые органические соединения с пептидной связью представлены простыми белками и гликопротеинами в оксалатных камнях. Результаты анализа показали, что содержание водорастворимых органических соединений с пептидной связью изменяется в широком диапазоне в образцах почечных камней смешанного типа. Исследование коллекции зубных и слюнных камней жителей Омского региона позволило выявить в них наличие 15 аминокислот и определить их количественное содержание. При этом установлено, что качественный набор аминокислот во всех случаях одинаков. Однако соотношение средних содержаний аминокислот для физиологических растворов и образующихся в них органоминеральных агрегатов различно. Для определения органических соединений холелитов (желчных камней) была разработана методика экстракционного извлечения. В результате детального изучения коллекции желчных камней Омского региона выявлено, что основными компонентами являются холестерин; холестерин с добавками билирубиновой компоненты и карбонаты кальция различной модификации. Полученные данные о составе и содержании органической компоненты в ОМА подтверждают гипотезу об активном ее участии в процессах кристаллизации патогенных фаз в организме человека. Выявлено наличие и определено количественное содержание аминокислот в органической компоненте почечных, зубных и слюнных камней различного минерального состава. Показано различие аминокислотных составов физиологических растворов (моча и ротовая жидкость) и образующихся в ней органоминеральных агрегатов. Сделан вывод о влиянии белковой компоненты на процессы кристаллизации патогенных фаз в организме человека.*

**Ключевые слова:** органоминеральные агрегаты (ОМА), органическая компонента, аминокислоты, кристаллизация.

## Role of organic component in pathogenic mineral formation

O.A. Golovanova<sup>1, a</sup>, V.V. Korol'kov<sup>1, b</sup>, V.A. Smoliy<sup>2, c</sup>

<sup>1</sup>Omsk State University, 55a Mira av., Omsk, Russia

<sup>2</sup>Research Institute «Nanotechnologies and Nanomaterials», South Russian State Technical University, 132, Prosveshcheniya str., Novocherkassk, Russia

<sup>a</sup>golovanoa2000@mail.ru, <sup>b</sup>korolkov-92@mail.ru, <sup>c</sup>vikk-toria@yandex.ru

Received 15.10.2012, accepted 5.02.2013

*The presence of organic matter in the pathogenic minerals attracts researchers' attention because there is the possibility of this component impact on stone formation. At present, however, there is no single theory to explain the nature of interaction of the OMA mineral and organic components. The problem of studying the organic component of pathogenic aggregates is of current interest because of its specificity and, to a large extent, the determination of the pathological process of phase formation in the human body. The material for the analysis of the complex protein compounds has become a stone collection of Omsk region inhabitants: urinary stones (40 samples), dental tartars (85 samples) and salivary stones (14 samples). It has been found that the organic content of protein nature in nephroliths depends on the sample mineral composition. As to mineral composition, the uroliths are divided into oxalate (oxalic acid salts), phosphate (ortho-phosphates), and urate (uric acid and its salts) stones, but the most common are the mixed type uroliths. Water-soluble organic compounds with peptide bond in proteins are represented by simple proteins in uric, urate-oxalate, phosphate, phosphate-oxalate nephroliths; by simple proteins and glycoproteins in oxalate stones. The results of the analysis have shown that the content of water-soluble organic compounds with a peptide bond changes in a wide range in the mixed type uroliths samples. The research of dental and salivary stones collection of Omsk region inhabitants has allowed revealing presence of 15 amino acids and determining their quantitative content. It has also been found that the amino acids qualitative set in all cases is the same. However, the ratio of the average amino acids contents for normal saline solutions and organo-mineral aggregates formed in them is different. To determine gallstones organic compounds, the extraction technique has been developed. As a result of a detailed study of the Omsk region gallstones collection, it has been revealed that the major components are cholesterol, cholesterol with addition of bilirubin and calcium carbonate components of various modifications. The obtained data on the composition and content of the OMA organic components confirm the hypothesis of its active part in the pathogenic phase crystallization processes in the human body.*

**Key words:** organic-mineral aggregates (OMA), organic components, amino acids, crystallization.

## Фазовый, элементный, аминокислотный, структурный состав минералов зубных и слюнных камней

Е.С. Чиканова<sup>1, a</sup>, О.А. Голованова<sup>1, b</sup>, И.С. Грушко<sup>2, c</sup>

<sup>1</sup>Омский государственный университет, ул. Мира 55а, Омск, Россия

<sup>2</sup>Южно-Российский государственный технический университет, пр. Просвещения 132, Новочеркасск, Россия

<sup>a</sup>rock\_queen@bk.ru, <sup>b</sup>golovanoa2000@mail.ru, <sup>c</sup>gryshko\_ira@mail.ru

Статья поступила 15.10.2012, принята 05.02.2013

*Проведено детальное комплексное изучение минерального и элементного составов зубных и слюнных камней. По данным рентгенофазового анализа минеральная компонента большинства исследованных слюнных и зубных камней представлена апатитом. В составе дентолитов в подчиненном количестве также обнаружены другие фосфаты кальция (брушит и октакальций фосфат). Апатиты этих патогенных минералов плохо окристаллизованы, что проявляется на рентгенограммах как снижение интенсивности и увеличение полуширины дифракционных отражений. Основными компонентами зубных и слюнных камней являются кальций и фосфор. По нашим данным, содержание кальция в слюнных камнях варьируется от 30 до 34 масс. %, а фосфора – от 15 до 17 масс. %. Кроме того, в слюнных и зубных камнях могут присутствовать: Mg – 0,2-0,4; Na – 0,3-0,7; K – 0,03-0,6; Cl – 0,0-0,1 масс. %. В ходе исследования представительной коллекции слюнных и зубных камней, а также образцов ротовой жидкости жителей Омского региона в их органической компоненте, нами определено присутствие 15 аминокислот. Сравнение аминокислотного состава исследуемых образцов показывает, что содержание аминокислот максимально в слюнных камнях и минимально – в ротовой жидкости. Полученные данные могут быть использованы для повышения эффективности профилактики и лечения заболеваний, сопровождающихся образованием патогенных органоминеральных агрегатов в организме человека.*

**Ключевые слова:** органоминеральные агрегаты, дентолиты, саливолиты.

# Phase, element, amino acid, structural composition of dental and salivary stones minerals

E.S. Chikanova<sup>1, a</sup>, O.A. Golovanova<sup>1, b</sup>, I.S. Grushko<sup>2, c</sup>

<sup>1</sup> Omsk State University, 55a, Mira av., Omsk, Russia

<sup>2</sup> South Russian State Technical University, 132, Prosveshcheniya str., Novocherkassk, Russia

<sup>a</sup>rock\_queen@bk.ru, <sup>b</sup>golovanoa2000@mail.ru, <sup>c</sup>grushko\_ira@mail.ru

Received 15.10.2012, accepted 5.02.2013

*A detailed comprehensive study of the mineral and elemental composition of dental and salivary stones has been conducted. According to X-ray phase analysis, the mineral component of the most of the studied salivary and dental stones is presented by apatite. Other calcium phosphates (brushite and octacalcium phosphate) have also been found in the dentoliths composition in small quantities. The apatites of these pathogenic minerals are poorly crystallized minerals, that is revealed on the radiographs of the intensity reduction and the diffraction reflections half-width increase. The main components of dental and salivary stones are calcium and phosphorus. According to our data, the calcium content in the salivary stones varies from 30 to 34 % wt. and phosphorus - from 15 to 17 % wt. In addition, the salivary and dental stones may include: Mg - 0,2-0,4; Na - 0,3-0,7; K - 0,03-0,6; Cl - 0,0-0,1 % wt. While studying the representative collection of the salivary and dental stones as well as stomatic fluid samples of Omsk region inhabitants, the presence of 15 amino acids have been detected in their organic component. The amino acid composition comparison of the samples shows that the amino acid content has its maximum in salivary stones and is minimal in stomatic fluid. The data obtained can be used to improve the prevention and treatment of the diseases associated with the formation of pathogenic organic aggregates in the human body.*

**Key words:** organic-mineral aggregates, dentoliths, salivoliths, composition.

## Использование моделирования в формализации процесса управления реструктуризацией регионального инвестиционно-строительного комплекса

Л.А. Каверзина

Братский государственный университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

dekanfps@mail.ru

Статья поступила 18.11.2012, принята 13.02.2013

*Рассматриваются понятия «модель», «экономическая модель», «экономико-математическая модель», отражены возможности моделирования экономических объектов и процессов. Осуществлена классификация экономико-математических моделей в соответствии с наиболее актуальными на сегодняшний день признаками. Представлена разработанная автором многоуровневая система моделей, использование которой в формализации процесса управления реструктуризацией в строительстве позволяет выбирать наиболее эффективные управленческие воздействия на региональный инвестиционно-строительный комплекс и входящие в его состав предприятия, а также регион, на территории которого они функционируют. Входящие в систему модели можно применять для анализа, прогнозирования и управления сложными экономическими системами.*

**Ключевые слова:** моделирование, реструктуризация, регион, инвестиционно-строительный комплекс, модели, экономико-математическая модель, строительство.

## Application of modeling to formalize the management process of regional investment and construction complex restructuring

L.A. Kaverzina

Bratsk State University, 40, Makarenko str., Bratsk, Russia

dekanfps@mail.ru

Received 18.11.2012, accepted 13.02.2013

*The possibilities of applying modeling in economics are considered. The concept "econometric model" has been studied. The classification of econometric models has been carried out. The multilevel system of the models developed by the author has been presented. Its being used to formalize the management process of restructuring in construction industry allows choosing the most effective administrative impact on the regional investment and construction complex and the enterprises being part of its structure, and also on the region where they function.*

**Key words:** modeling, restructuring, region, investment and construction complex, models, econometric model, construction.

## Современные аспекты разработки программного обеспечения экономико-управленческих систем и процессов

М.Ю. Иванов

Братский государственный университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия  
nis@brstu.ru

Статья поступила 16.11.2012, принята 13.02.2013

*В ходе экономико-управленческой деятельности предприятий часто возникают проблемы поиска альтернатив и выбора единственно правильного решения. Нередки ситуации, связанные с отсутствием общепринятых норм для обозначения тех или иных финансово-хозяйственных показателей. Сложно учесть и формализовать и специфику экономических процессов в различных сферах деятельности, и взаимозависимость отдельных показателей, и инфляцию, по-разному воздействующую на всевозможные коэффициенты и процентные ставки, и т. д. Таким образом, как показывает практика, создание качественных программных продуктов, поддерживающих разработку и принятие управленческих решений, а также способных моделировать последствия принятия того или иного решения, является крайне сложной задачей. В статье приведены систематизированные материалы, определяющие особенности и подходы к разработке программного обеспечения экономических систем и процессов. Результатом исследования является формирование понятия качества программного обеспечения. Также рассмотрены методики измерения качества программного обеспечения и способы управления качеством программного обеспечения.*

**Ключевые слова:** программное обеспечение, качество программного обеспечения, измерение и управление качеством программного обеспечения, экономика.

## Modern aspects of development software economic management systems and processes

M.Y. Ivanov

Bratsk State University, 40, Makarenko str, Bratsk, Russia  
nis@brstu.ru

Received 16.11.2012, accepted 13.02.2013

*In the economic and management of companies often have trouble finding alternatives and select one correct solution. Not rare situation, due to the lack of generally accepted standards for the values of various financial and economic indicators. It is difficult to take into account the specific economic and formalize processes in various fields of activity, and the interdependence of individual indicators, and inflation effects on various factors and interest rates in different ways, etc. Thus, in practice, the creation of high-quality software products that support the development and management strategies, as well as the ability to model the consequences of the adoption of a decision, is extremely difficult. The article presents the systematic material defining features and approaches to software development and economic systems and processes. The result of the study is to develop the concept of software quality. Also examined methods of measuring the quality of software and methods of quality management software.*

**Key words:** software, software quality, measurement and quality management software, economy.

## Sustaining the benefits of integrated watershed management: coping with climatic variability and change

Kenneth N. Brooks<sup>1, a</sup>, Peter F. Ffolliott<sup>2, b</sup>, Ramzi Touchan<sup>3, c</sup>

<sup>1</sup>Department of Forest Resources, University of Minnesota, St. Paul, Minnesota

<sup>2</sup>School of Natural Resources and the Environment, University of Arizona, Tucson, Arizona

<sup>3</sup>Laboratory for Tree Ring Research, University of Arizona, Tucson, Arizona

<sup>c</sup>rtouchan@lrr.arizona.edu

Received 15.12.2012, accepted 18.02.2013

*A key challenge confronting people of the world in the near future is likely to be centered on developing strategies to cope with the inherent climatic variability and climatic change. One concern of the managers of land and natural resources is retaining the multiple benefits of integrated watershed management (IWM) such as sustainable use of water, wood, forage, and wildlife resources while sustaining food production in the face of future climatic variability. IWM is a managerial framework for sustaining the use of natural resources and environmental services that a watershed can offer. We consider how people can sustain the multiple benefits of IWM while coping with future climatic variability and change in this paper. We outline the tenets of IWM and then suggest that the benefits of IWM can be sustained into the future through a participatory, highly coordinated, and flexible planning process. Applying tools such as dendrochronology, also known as tree-ring analysis, can help in structuring stochastic models to simulate future IWM benefits. Insuring that these benefits are sustainable in the face of climatic variability and change can require increased technology development, institutional innovations, and increased investments in land stewardship. Importantly, people need to understand how their use of land and water affects and can sustain natural resources and food production under climatic variability and change.*

**Key words:** Climatic variability and change, natural resources, integrated watershed management, sustainability.

## Состояние интродуцентов в урбоэкосистемах Сибири

Е.М. Рунова<sup>a</sup>, Л.В. Аношкина<sup>b</sup>, Н.В. Крамская<sup>c</sup>

Братский государственный университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

<sup>a</sup>runova@rambler.ru, <sup>b</sup>Anoshkina.br@mail.ru, <sup>c</sup>Anoshkina.br@mail.ru

Статья поступила 22.11.2012, принята 6.02.2013

*Дана оценка природно-климатических условий Восточной Сибири, микроклиматических различий, обусловленных особенностями рельефа, состояния почв региона. Представлен обзор литературных источников, посвященных вопросам интродукции древесных пород в Сибири, где подчеркнута более высокая адаптационная способность интродуцентов флоры Дальнего Востока. Определен видовой состав древесных растений в г. Братске. Проанализированы биометрические показатели интродуцентов, произрастающих на территории города. Выполнен корреляционный анализ. Дана санитарная оценка городских насаждений. В результате исследований было выявлено, что все виды деревьев и кустарников – как местные, так и инорайонные – имеют различного рода повреждения. Выполнены фенологические исследования. На основании проведенных исследований сделаны выводы: интродуценты адаптировались к условиям произрастания в суровых климатических условиях и зоне промышленного загрязнения, их применение в озеленении г. Братска позволит разнообразить ассортимент городской растительности, повысить средозащитную функцию.*

**Ключевые слова:** климат, промышленные выбросы, интродуценты, декоративные свойства, микроклиматические особенности, коэффициент вариации, корреляция, санитарное состояние, фенологические фазы.

## Introduced species condition in Siberia's urban ecosystems

Е.М. Runova<sup>a</sup>, L.V. Anoshkina<sup>b</sup>, N.V. Kramskaya<sup>c</sup>

Bratsk State University, 40, Makarenko str., Bratsk, Russia

<sup>a</sup>runova@rambler.ru, <sup>b</sup> Anoshkina.br@ mail.ru, <sup>c</sup>Anoshkina.br@ mail.ru  
Received 22.11.2012, accepted 6.02.2013

*The estimation of the Eastern Siberia natural-climatic conditions, microclimatic differences due to the topographic features, the region soils condition has been given. The literature review dealing with the issue of the tree species introduction into Siberia has been given where a greater adaptability of the Far Eastern introduced flora has been emphasized. The woody plants species composition in Bratsk has been determined. The biometric indices of the introduced species growing on the territory of Bratsk have been analyzed. The correlation analysis has been performed. The urban plantations sanitary assessment has been given. The studies have revealed that all types of trees and shrubs, both local and introduced, have various damages. The phenological studies have been conducted. Based on the researches, the following conclusions have been made: exotic species have adapted to the growing conditions in a harsh climate and the industrial pollution area, their use in landscaping of Bratsk will allow diversifying urban vegetation and improving environment protection function.*

**Key words:** climate, industrial emissions, introduced species, decorative features, microclimate characteristics, variation coefficient, correlation, sanitary state, phenological phases.

## Особенности роста и развития плюсовых и эталонных древостоев в условиях Приангарья

С.А. Чжан<sup>a</sup>, О.А. Пузанова<sup>b</sup>, М.В. Данишек<sup>c</sup>

Братский государственный университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия  
<sup>a</sup>schzan@rambler.ru, <sup>b</sup>runova @ rambler. ru, <sup>c</sup>schzan@rambler.ru  
Статья поступила 29.11.2012, принята 6.02.2013

*Повышение эффективности лесного хозяйства, обеспечение расширенного воспроизводства и многоцелевого использования лесов всегда были и остаются актуальной лесоводственной проблемой. Особая ее значимость выражается в том, что при решении обозначенных в Лесном кодексе РФ задач необходимо иметь дифференцированные по лесорастительным зонам эталоны лесов – лучшие образцы, на которые следует ориентироваться при формировании насаждений. Потребность в научно обоснованных критериях и нормативах выделения эталонных насаждений, в изучении их состояния, строения и особенностей роста диктуется необходимостью выращивания насаждений эколого-ресурсного назначения, характеризующихся высокой устойчивостью и продуктивностью. В связи с этим были проведены экспериментальные исследования, которые позволили выявить закономерности роста развития плюсовых и эталонных древостоев в условиях Приангарья.*

**Ключевые слова:** лесные ресурсы, таксационные показатели, закономерности развития, плюсовые, эталонные древостои.

## Growth and development features of production and model stands under the Priangar'ye conditions

S.A. Zhang<sup>a</sup>, O.A. Puzanova<sup>b</sup>, M.V. Danishek<sup>c</sup>

Bratsk State University, 40, Makarenko str., Bratsk, Russia  
<sup>a</sup>schzan@rambler.ru, <sup>b</sup>runova @ rambler.ru, <sup>c</sup>schzan@rambler.ru  
Received 29.11.2012, accepted 6.12.2013

*Increase of the forestry effectiveness, provision for the expanded reproduction and multiple forests utilization have always been and are a topical silvicultural problem. Its special significance is the fact that to solve the tasks outlined in the Forest Code of the Russian Federation there should exist model forests – the best examples to be directed by when forming plantations – differentiated according to the plant zones. The need for the scientific selection criteria and standards of the model stands choice, the study of their condition, structure and growth characteristics depends on the necessity of growing plantations for the environmental resource use characterized by high stability and productivity. In this regard, the experimental studies to identify the growth and development patterns of the production and model stands under the Priangar'ye conditions have been carried out.*

**Key words:** forest resources, taxational parameters, development patterns, production, model stands.

# Современное состояние бореальных лесов Восточной Сибири в аспекте естественного возобновления сосны обыкновенной

А.А. Маркатюк<sup>a</sup>, Е.М. Рунова<sup>b</sup>, И.И. Гаврилин<sup>c</sup>, И.Б. Ведерников<sup>d</sup>

Братский государственный университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

<sup>a</sup>mark\_aa@mail.ru, <sup>b</sup>runova@rambler.ru, <sup>c</sup>i.gavrilin@list.ru, <sup>d</sup>iv\_brsu@mail.ru

Статья поступила 30.11.2012, принята 15.02.2013

*В статье приведены некоторые особенности изучения естественного возобновления сосны обыкновенной на вырубках в бореальных лесах Восточной Сибири на примере Братского и Нижнеилимского районов Среднего Приангарья. Обобщены и систематизированы результаты натурных исследований на постоянных пробных площадях в различных типах леса и давности проведения вырубок. Представлена характеристика почвенно-климатических условий, состояния и динамики лесного фонда района исследований, характера и особенностей лесовосстановительных процессов. Приведена оценка лесотаксационных характеристик сосны обыкновенной на вырубках, выявлено соотношение подроста предварительной и последующей генерации. Исследовано состояние подроста сосны обыкновенной естественного и искусственного происхождения. Особое внимание уделено лесоводственной оценке успешности естественного восстановления сосны обыкновенной в эксплуатационных лесах Восточной Сибири.*

**Ключевые слова:** лесовосстановление, вырубки, подрост, естественное возобновление, бореальные леса, сосна обыкновенная, воспроизводство леса, предварительная и последующая генерация, тип леса.

## Current state of East Siberian boreal forests in the aspect of natural *Pinus sylvestris* L. regeneration

A.A. Markatyuk<sup>a</sup>, E.M. Runova<sup>b</sup>, I.I. Gavrilin<sup>c</sup>, I.B. Vedernikov<sup>d</sup>

Bratsk State University, 40, Makarenko str., Bratsk, Russia

<sup>a</sup>mark\_aa@mail.ru, <sup>b</sup>runova@rambler.ru, <sup>c</sup>i.gavrilin@list.ru, <sup>d</sup>iv\_brsu@mail.ru

Received 30.11.2012, accepted 15.02.2013

*The article covers some features of the study of *Pinus Sylvestris* L. natural regeneration on the cutting areas in the boreal forests of Eastern Siberia by the example of Bratsk and Nizhneilimsk regions of the Middle Angara. The results of the field studies conducted on the permanent sample plots in different forest types and lumbering periods have been summarized and systematized. The characteristics of the soil and climatic conditions, the state and dynamics of the studied area forest fund, the nature and features of reforestation processes have been presented. The assessment of the forest mensuration characteristics of *Pinus Sylvestris* L. on the cutting areas has been performed; the ratio of the preliminary and subsequent generation of the undergrowth shrub layer has been found. The state of *Pinus Sylvestris* L. undergrowth shrub layer of the natural and artificial origin has been studied. Particular attention is given to the silvicultural assessment of the progress achieved in *Pinus Sylvestris* L. natural regeneration in the production forests of Eastern Siberia.*

**Key words:** reforestation, cutting areas, undergrowth, natural regeneration, boreal forests, *Pinus Sylvestris* L., forest reproduction, pre-and post generation, forest type.

## Радиационная физика щелочно-галоидных кристаллов и проблемы атмосферного озона

Т.В. Губарева

Братский государственный университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

tvgbratsk@mail.ru

Статья поступила 30.11.2012, принята 20.02.2013

*Проанализированы вопросы исследования атмосферных гетерогенных реакций с участием солевого аэрозоля в связи с решением проблем разрушения озонового слоя. Исследовано действие ионизирующего излучения как инициатора гетерогенных реакций в системе «щелочно-галоидный кристалл – воздух». Рассмотрены лабораторные исследования радиационно-стимулированных реакций, происходящих в системе «щелочно-галоидный кристалл – воздух». Показано, что продукты радиационно-стимулированных реакций в данной системе аналогичны продуктам типичных атмосферных гетерогенных реакций с участием щелочно-галоидных аэрозольных частиц. Исследованы процессы, определяющие трансформацию аэрозольных частиц в условиях атмосферы, в том числе при воздействии ионизирующих излучений, которые до настоящего времени не рассматривались. Проведено лабораторное исследование*

аэрозольных частиц, взаимодействующих с атмосферной радиоактивностью или попадающих в поле грозовых разрядов. Построена модель изменения свойств отдельных щелочно-галогидных микрокристаллов при действии высокоэнергетических факторов на систему «щелочно-галогидный кристалл – воздух». Рассмотрены перспективы изучения подобных реакций применительно к исследованию радиоактивных вторичных аэрозолей, когда радиоактивные вещества в атмосфере переносятся нерадиоактивными щелочно-галогидными частицами.

**Ключевые слова:** атмосферный аэрозоль, атмосферная радиоактивность, ионизирующие излучения, щелочно-галогидные микрокристаллы, гетерогенные реакции.

## Radiation physics of alkali-halide crystals and atmospheric ozone problems

T.V. Gubareva

Bratsk State University, 40 Makarenko str., Bratsk, Russia

tvgbratsk@mail.ru

Received 30.11.2012, accepted 20.02.2013

*The research problems of the saline aerosol-aided atmospheric heterogeneous reactions have been analyzed while solving the problems of the ozone layer depletion. The effect of ionizing radiation as a heterogeneous reactions initiator in the «alkali-halide crystal - air» system has been studied. The laboratory research of radiation-induced reactions taking place in the «alkali-halide crystal - air» system have been considered. It has been shown that the radiation-induced reactions products in the «alkali-halide crystal - air» system are similar to the products of the typical atmospheric heterogeneous reactions with the participation of alkali-halide aerosol particles. The processes determining the transformation of aerosol particles under the atmospheric conditions have been investigated including the ionizing radiation influence that hasn't been examined so far. The laboratory research of the aerosol particles interacting with atmospheric radio-activity or getting into a lightning discharge field has been carried out. The model of change in the properties for separate alkali-halide microcrystals under the action of high-energy factors on the «alkali-halide crystal - air» system has been constructed. The prospects for studying similar reactions with reference to the radioactive secondary aerosols research when radioactive substances are transferred by nonradioactive alkali-halide particles have been considered.*

**Key words:** atmospheric aerosol, atmospheric radioactivity, high-energy radiation, alkali-halide microcrystal, heterogeneous reactions.

## Оценка конкурентных взаимоотношений сосны и ели в смешанных древостоях черничного типа леса, пройденных рубками ухода и комплексным уходом за лесом

Д.А. Данилов<sup>1, a</sup>, Т.А. Ищук<sup>2, b</sup>

<sup>1</sup>Ленинградский НИИСХ «Белогорка» Россельхозакадемии, ул. Институтская 1, п. Белогорка, Гатчинский р-н, Ленинградская обл., Россия

<sup>2</sup>Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет им. Кирова, Институтский пер. 5, Санкт-Петербург, Россия

<sup>a</sup>stown200@mail.ru, <sup>b</sup>rabbit0189@mail.ru

Статья поступила 7.11.2012, принята 29.01.2013

*Совместный рост ели и сосны позволяет более полно использовать место произрастание. Снижение, с помощью ухода за лесом, конкурентных взаимоотношений позволяет увеличивать производительность сосново-еловых древостоев. Процесс упаковки ниши (называемый также дифференциацией экологических ниш) — один из основных процессов, ведущий к снижению конкуренции в растительном сообществе в ходе сукцессии, заключающийся в разделе ресурсов, пространства, специализации биотических факторов. На этом положении базируется предлагаемая методика позволяющая определить направленность взаимоотношений между сосной и елью в насаждении после рубок ухода и внесения удобрений. Для исследуемых объектов были составлены модели распределения по ступеням толщины деревьев сосны и ели, представленных на пробных площадях, и рассчитаны показатели меры плотной упаковки видов. В смешанных древостоях рубки ухода в большей мере снижают конкуренцию между сосной и елью. При совместных рубках ухода и внесении удобрений происходит обострение межвидовых взаимоотношений между хвойными породами за дополнительные ресурсы. Показатели меры плотности упаковки видов дают представление о том, что сосна меньше испытывает при этом конкурентное давление со стороны ели. Рубки ухода снижают межвидовые конкурентные отношения, а внесение удобрений обостряет их в смешанных сосново-еловых ценозах. Хвойные виды,*

объединенные в сообщество, используют все возможности для существования, предоставляемые средой, с минимизацией конкуренции между собой и максимальной биологической продуктивностью в условиях данного конкретного места обитания (биотопа), при этом пространство заполняется с наибольшей плотностью.

**Ключевые слова:** сосново-еловые древостой, конкуренция, экологическая ниша, рубки ухода, комплексный уход (рубка ухода + удобрение), мера плотной упаковки видов, распределение деревьев по ступеням толщины.

## Competitive relationships in the pine-spruce stands undergone improvement thinning and complex forest care

D.A. Danilov<sup>1, a</sup>, T.A. Ishchuk<sup>2, b</sup>

<sup>1</sup>Leningrad Research Institute of Agriculture «Belogorka», Russian Academy of Agricultural Sciences, 1, Institutskaya str., Belogorka, Gatchina district, Leningrad region, Russia

<sup>2</sup>St. Petersburg State Forestry Engineering University, 5, Institutsky lane, St. Petersburg, Russia

<sup>a</sup>stown200@mail.ru, <sup>b</sup>rabbit0189@mail.ru

Received 17.11.2012, accepted 29.01.2013

*Co-growth of spruce and pine makes a better use of the habitat. Care-aided reduction of competitive interactions allows increasing the productivity of pine and spruce stands. The niche packaging process (also called the ecological niches differentiation) is one of the main processes leading to the reduction of competition in the plant community in the course of succession, which consists in sharing resources, space and expertise biotic factors. This provision underlies the proposed method that allows determining the orientation of the relationships between pine and spruce in the plantation after improvement thinning and fertilization. The models of distribution according to pine and spruce diameter available in the sample plots have been constructed for the investigated objects, and the indicators to measure the species dense packing have been calculated. In the mixed stands, improvement thinning reduces to a greater extent the competition between pine and spruce. When improvement thinning and fertilization are performed simultaneously, the aggravation of interspecies relationships between conifers for additional resources takes place. The indicators of the species dense packing measure show that pine experiences less competitive pressure than spruce. Improvement thinning reduces the competitive relationships between species, and fertilization aggravates them in the mixed pine and spruce cenoses. Coniferous species combined into the community use all environmental possibilities for existence to minimize the competition with each other and maximize the biological productivity in this particular habitat (biotope), and besides, the space is filled with the greatest density.*

**Key words:** pine and spruce stands, competition, ecological niche, improvement thinning, complex care (thinning+ mineral fertilizing), species dense packing measure, distribution of trees according to diameter.