first one indicates the number of variation point or the moment when the variation is to be done. The second component indicates the value which the basic solution is to be changed on. The third component indicates the number of neighbouring points where the small variation of the basic solution is in inverse proportion to the distance to the variation point. A genetic algorithm searches a solution on the set of small variations of the basic solution. The variational genetic algorithm versus its classic approach reduces the search space of an optimal solution by defining a basic solution and lowers the search time by using vectors of variations of a small size. A numerical example of solving an optimal control problem for well-known nonlinear Duffing system is presented to illustrate the efficiency of the developed method.

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ ЗНАНИЙ СПЕЦИАЛИСТОВ РАСКРАШЕННЫМИ СЕТЯМИ ПЕТРИ

**Димитриев А.П.**

ФГБОУ ВПО «Чувашский государственный университет им И.Н.Ульянова», Чебоксары, Россия (428015, Чебоксары, Московский пр-т, 15), e-mail: dimitrie1@yandex.ru

Задача получения студентами знаний и умений, необходимых на практике, является одной из основных целей функционирования любого вуза. Проблема в том, что со временем эти знания морально устаревают, взамен требуются новые. Данный процесс в работе моделируется раскрашенной временной сетью Петри, учитывающей одновременно нескольких курсов. Достоинство модели – отсутствие ингибиторных дуг. Данная модель является логическим продолжением модели, предложенной автором в предыдущей публикации. При этом она использует предыдущую модель на сетях Петри как основу, представляя с ее помощью иерархические переходы. Каждый такой переход моделирует один курс обучения по своему учебному плану. Используемые атрибуты маркеров новой модели соответствуют атрибутам маркеров предыдущей модели. Рассмотрена связь предложенной модели и моделирования с принципом кэширования в операционных системах. Она наиболее характерна для принципа временной локальности.

## MODELING THE APPLICATION OF KNOWLEDGE INHERENT SPECIALISTS USING COLORED PETRI NETS

**Dimitriev A.P.**

Federal state budget educational institution of higher professional education “Chuvash State University named after I.N. Ulyanov”, Cheboksary, Russia (428015, Cheboksary, Moskovsky Prospect, 15), e-mail: dimitrie1@yandex.ru

The task of obtaining knowledge and skills required in practice is one of the main purposes of the functioning of any institution. The problem is that over time, these skills become obsolete; instead the new ones are required. This process is modeled by colored timed Petri net, simultaneously taking into account several courses. An advantage of the model is the absence of an inhibitor arcs. This model is a logical extension of the model proposed by the author in a previous publication. It uses the previous model on Petri nets as a basis, presenting hierarchical transitions with it assistance. Each such transition simulates one course by its own curriculum. The attributes used tokens of the new model match the attributes of the tokens of the previous model. Considered the relationship of the proposed model and the simulation with the principle of caching in an operating systems.

## МОДЕЛИРОВАНИЕ УСВОЕНИЯ И ПРИМЕНЕНИЯ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА НА РАСКРАШЕННЫХ СЕТЯХ ПЕТРИ

**Димитриев А.П.**

ФГБОУ ВПО «Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова», Чебоксары, Россия (428015, Чебоксары, Московский пр-т, 15), e-mail: dimitrie1@yandex.ru

Задача составления учебного плана в вузе является непростой и часто возникающей. Разработана математическая модель усвоения студентами учебного материала некоторого курса по учебному плану и дальнейшего его применения. Данная модель основана на математическом аппарате сетей Петри и их расширений – временных иерархических раскрашенных сетей Петри. Данная модель дополнена добавлением обратной связи в социальной системе «вуз – работодатели». Связь предложенной модели с одним из принципов составления расписания учебных занятий в вузе заключается не только в предметной области и в преследуемых целях, но и в определении хорошей последовательности выбора. В описании математической модели цвета маркеров сведены в таблицу. Предложенная сеть Петри не содержит ингибиторных дуг. Описание модели сопровождается примерами. Так, приведен пример взаимосвязи дисциплин учебного плана по входным и формируемым компетенциям.

## MODELING OF KNOWLEDGE’S TAKING AND USING BY COLORED PETRI NETS

**Dimitriev A.P.**

Federal state budget educational institution of higher professional education “Chuvash State University named after I.N. Ulyanov”, Cheboksary, Russia (428015, Cheboksary, Moskovsky Prospect, 15), e-mail: dimitrie1@yandex.ru

The task of drawing up of the curriculum in the University is difficult and frequent. The paper introduces the mathematical model of student learning some of study material of the course for curriculum and its further application.

This model is based on the mathematical apparatus of Petri nets and their extensions - temporal hierarchical colored Petri nets. This model is complemented with adding feedback in the social system “University-employers”. The relationship of the proposed model with one of the principles of drawing up schedule of classes in high school is not only in the subject area and objectives, but also in the definition of a good selection sequence. In the description of the mathematical model the colors of markers are tabulated. The proposed Petri net does not contains inhibitor arcs. Model description is accompanied by examples. So, the example shown relationship disciplines of the curriculum input and emerging competencies.

## ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ДИСКРЕТНОГО ВЕЙВЛЕТ-РАЗЛОЖЕНИЯ К АНАЛИЗУ ПАРАМЕТРОВ АКУСТИЧЕСКОЙ ЭМИССИИ ПРИ РАЗРУШЕНИИ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ

**Дмитриев А.А.**[1,2,3]

1 Алтайский государственный университет, г. Барнаул, Россия (656049, г. Барнаул, пр. Ленина, 61), e-mail: dmitriev@asu.ru
2 Институт физики прочности и материаловедения СО РАН, г. Томск, Россия (634021, г. Томск, пр. Академический, 2/4)
3 Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г.Томск, Россия (634050, г. Томск, проспект Ленина, 30)

Предложен и апробирован новый метод анализа сигналов акустической эмиссии, в котором в качестве одной из релевантных характеристик акустической эмиссии используется величина разброса значений сигнала, вычисляемая путем разбиения на равные временные блоки. Описана методика удаления шума из акустико-эмиссионного сигнала, основанная на анализе коэффициентов многоуровневого вейвлет-разложения. Проведены исследования и описаны результаты анализа акустических и деформационных эффектов в алюминиевых сплавах. Отмечено соответствие сигналов акустической эмиссии и хода деформационной кривой. Показано, что полученная временная развертка стандартных отклонений очищенного сигнала дает возможность контролировать развитие процесса разрушения материала. Развитие данного метода имеет перспективу для использования в качестве метода неразрушающего контроля для материалов, работающих в условиях тяжелых нагрузок непосредственно в процессе эксплуатации.

## APPLICATION OF DISCRETE WAVELETS-DECOMPOSITION METHOD TO ANALYSIS PARAMETERS OF ACOUSTIC EMISSION AT DESTRUCTION OF ALUMINUM ALLOYS

**Dmitriev A.A.**[1,2,3]

1 Altai State University, Barnayl, Russia (656049, Barnayl, pr. Lenina, 61), e-mail: dmitriev@asu.ru
2 Institute of Strength Physics and Materials Science of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Tomsk, Russia (634021, Tomsk, pr. Akademicheskii, 2/4)
3 National Research Tomsk Polytechnic University, Tomsk, Russia (634050, Tomsk, pr. Lenina, 30)

Proposed and tested a new method of analysis of acoustic emission signals in which the scatter signal values, calculated by dividing into equal blocks of time, is used as one of the relevant characteristics of the acoustic emission. Describes the instructional methods of removing noise of acoustic emission signals based on the analysis of the coefficients of multilevel wavelet-decomposition. The research was undertaken, and it describes the results of analysis of acoustic and deformation effects in aluminum alloys. The accordance of acoustic emission signals and turn the deformation curve was noted. Shown that the timebase of standard deviations of the purified signal allows to control the development process of the destruction of material. The development of this method has the prospect for using as a method of nondestructive control of materials working under heavy loads directly during operation.

## ПРИМЕНЕНИЕ АЛГОРИТМОВ СЕГМЕНТАЦИИ ДЛЯ КЛАССИФИКАЦИИ ИЗОБРАЖЕНИЙ

**Дмитриев Д.В., Капранов С.Н.**

ФГБОУ ВПО «Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева», Нижний Новгород, Россия (603950, г. Нижний Новгород, ул. Минина, 24), e-mail: serg.kapranov@gmail.com

В работе была рассмотрена задача машинного обучения применительно к поиску объектов на изображении. Для классификации изображений использовался подход «мешок слов». В работе рассматривался ряд классификаторов: SVM, DTree, RTree, ERTree, GBTtree, Boost, Bayes, KNearest. Оригинальный алгоритм классификации был дополнен этапами сегментации и фильтрации. На этапе сегментации выполнялось отделение искомого объекта от фона и других объектов, находящихся на изображении, с помощью алгоритмов GrabCut и Watershed. Этап фильтрации служил для выделения ключевых точек, принадлежащих только объекту, который необходимо обнаружить на изображении. Предложенный алгоритм реализован с использованием библиотеки компьютерного зрения OpenCV. Внесение в оригинальный алгоритм этапов сегментации и фильтрации позволило на 20–30 % уменьшить количество ошибок классификатора.