

Министерство образования Республики Беларусь
Учреждение образования «Барановичский государственный университет»
Студенческое научное общество БарГУ

СОДРУЖЕСТВО НАУК. БАРАНОВИЧИ-2015

Материалы XI Международной
научно-практической конференции
молодых исследователей

(Барановичи, 21—22 мая 2015 года)

В трёх частях

Часть 2

Барановичи
БарГУ
2015

УДК 001(082)

В части 2 сборника материалов XI Международной научно-практической конференции молодых исследователей «Содружество наук. Барановичи-2015» представлены результаты исследований в области информационных систем и технологий в образовании, науке и технике, а также рассмотрены актуальные проблемы в области физики и математики. Особое внимание уделено результатам исследований современных тенденций в технологиях и материалах машиностроительного и сельскохозяйственного производств.

Сборник адресован научным работникам, аспирантам, магистрантам и студентам инженерных специальностей вузов.

Редакционная коллегия:

А. В. Никишова (гл. ред.), Ю. Е. Горбач (отв. ред.), О. И. Наранович,
А. К. Гавриленя, В. А. Дремук, Е. Н. Кирюхова

Рецензенты:

кандидат технических наук А. М. Милюкова,
кандидат физико-математических наук, доцент Д. А. Ционенко

**СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ
ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ,
МАШИН И МАТЕРИАЛОВ**

Белоусова Е. С., Лыньков Л. М., Абдулсалам Муфтах Абулькасем Мохаммед Градиентные экраны электромагнитного излучения на основе огнестойких красок с добавлением сажи	103
Борис Е. В. Модернизация конструкции станка по сборке школьных пеналов с целью повышения его производительности	105
Герасименко Е. Ю., Федосов Н. М. Выбор марки твёрдого сплава по стандарту ISO как способ повышения экономической эффективности процесса обработки резанием в машиностроении	107
Григорчик Д. В., Зарожная А. Н., Троцкий А. И. Повышение точности обработки отверстий при работе одномерным и комбинированным инструментом	110
Демянчик А. С. Влияние режимов комбинированной высокоэнергетической обработки на микротвёрдость и адгезионную прочность вакуумных упрочняющих покрытий, нанесённых на дереворежущие ножи	112
Карлюк А. П., Бурдейко В. А. Машинные технологии посева зерновых культур с разграниченным размещением семян на различную глубину и по поверхности поля с целью получения прогнозируемого объёма и качества зерна в условиях Республики Беларусь	116
Карлюк А. П., Бурдейко В. А. Энергосберегающие технологии при прямом способе посева зерновых культур	119
Ковалев А. В., Сальников В. С. Уточнённая прогнозная модель технического состояния металлообрабатывающего оборудования	121
Кревчик А. Н., Дегтеров П. П. Повышение износостойкости лемеха плуга	124
Кустинский А. В. Теоретическое обоснование геометрических параметров рабочих органов роликокольцевых мельниц	126
Сальников С. В. Реализация процесса резания с интенсифицирующим электрическим воздействием	128
Тельпук А. Н., Литвинович Т. П. Современные способы получения деталей машин из металлической стружки	131
Цуран В. В. Обзор конструкций и особенностей рубительных машин, служащих для получения технологической щепы на предприятиях Республики Беларусь	132
Широкий П. М. Моделирование в машиностроительном производстве	136
Ярошевич В. А. Заготовка плющеного зерна	138

ФИЗИКА, МАТЕМАТИКА

Аннагельдыева Т. А. Внеурочное экспериментирование при изучении темы «Электростатика»	142
Басик А. И., Тарасюк Е. В. Условие нетеровости краевой задачи линейного сопряжения для трёхмерного аналога системы Коши-Римана	144
Ворончак Е. А. Этапы организации учебных занятий по решению физических задач	147
Ворончак С. А. Исследовательские способности учащихся	150
Головенько В. А. Применение историко-методологических знаний при изучении темы «Давление»	152
Горбань И. Е., Бутова В. В. Изучение металлоорганических каркасных структур, постановка синтеза и верификации их структуры	154
Дерман А. Ю., Качкар Г. В. Генерация электромагнитных волн в мазерах	155
Дианова А. Р., Гуцев А. Л. Моделирование гелиоэнергетического комплекса на основе возобновляемых источников энергии	157
Ковалёва Н. И. Использование ментальных карт при изучении темы «Тепловые явления»	160
Лакша Е. И. Инновационный проект в средней школе по внедрению дистанционного обучения в классах спортивного профиля	163
Льолькович Е. С., Крук Н. Н. Анализ конфигурационного взаимодействия в молекулах порфиринов	164
Моляков Ю. А. Электрические измерения неэлектрических величин	166
Налиўко А. І., Русан С. І. Поўнае даследаванне качэння вядучага кола на шурпатай плоскасці	168
Наркович А. А. «Облачные технологии» как современный ресурс организации образовательного процесса обучения	170
Онипченко В. В. Применение математического программирования в решении экономических задач сферы агротуризма	172
Полох А. Л. Нано мышца и нано манипулятор на оптически активных молекулах	174
Приборович Д. Ф., Жуков Р. С. Парадоксальная монета	177
Романовский М. С. Вычисление определителя суммы матриц	178
Сергеева Ю. В., Галабурда Р. В. Вычисление подалгебры Ли h канонического редуцированного разложения алгебры Ли $g=so(n)$ группы Ли $G=SO(N)$	180
Стецкий Е. С., Качкар Г. В. О преобразовании инфракрасного излучения земли	182
Сурыгина А. В., Пивоваревич М. В., Нерода Ю. П. Применение теории графов в экономике	185
Цэбрук А. В., Мерэтдурдыеў Х. О., Русан С. І. Прамалінейныя ваганні пункта ў анімацыях	188
Чеснуйтите Ё. Р. Олимпиады, как форма внеклассной работы по физике	190
Читая Д. Р. Нестандартные лабораторные работы с элементами поиска	192
Читая Д. Р., Процак Е. В. Перманентная дистанционная олимпиада как средство мотивации к углублению знаний по физике на основе интернет-технологий	194

3. Харари, Ф. Теория графов / Ф. Харари ; пер. с англ. В. П. Козырева ; под ред. Г. П. Гаврилова. — Изд. 2-е. — М. : Едиториал УРСС, 2003. — 296 с.

4. Инженерный вестник Дона [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.ivdon.ru/magazine/archive/n2y2013/1666/>. — Дата доступа: 22.02.2015.

Материал поступил в редакцию 25.02.2015 г.

УДК 531-004.942

А.В. Цэбрук, Х.О. Мерэтдурдыеў, С. I. Русан.

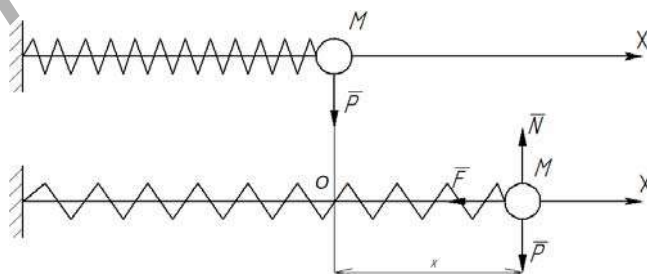
Установа адукацыі «Баранавіцкі дзяржаўны ўніверсітэт», Баранавічы

ПРАМАЛІНЕЙНЫЯ ВАГАННІ ПУНКТА Ў АНІМАЦЫЯХ

Уводзіны. Адметная ўласцівасць вагальных рухаў заключаецца ў тым, што яны паўтараюцца праз пэўны прамежак часу. Такія рухі шырока распаўсюджаны ў аб'ектах тэхнікі. У працэсе ваганняў званняў машын, механізмаў, інжынерных збудаванняў узнікаюць дынамічныя напружанні, якія пры пэўных умовах могуць прывесці да разбурэння канструкцыі, альбо да парушэння іх функцыянальных уласцівасцей. Каб пазбегнуць такіх умоў, на стадыі праектавання выконваюцца дынамічныя разлікі, заснаваныя на тэорыі ваганняў. Гэта тэорыя выкарыстоўваецца таксама ў разліках вібрамашын, у якіх вагальныя рухі забяспечваюць рабочы працэс.

Мадэль гарманічных ваганняў. У гэтым даследаванні разглядаюцца прасцейшыя гэтак званыя *гарманічныя ваганні* пункта, пры якіх яго рух адбываецца па законах: $x = a \cdot \sin(kt + \alpha)$ ці $x = a \cdot \cos(kt + \alpha)$. Асаблівае месца гарманічных ваганняў у механіцы вызначаецца не толькі шырокім распаўсюджаннем іх у тэхніцы і прыродзе, але і той абставінай, што іншыя, больш складаныя вагальныя рухі могуць быць прадстаўлены ў выглядзе сукупнасці гарманічных ваганняў — раскладзены на простыя “гармонікі” (рысунак 1).

На абсалютна гладкі стрыжань насаджана спружына, да свабоднага канца якой прымацаваны шарык з адтулінай. Разам яны ўтвараюць *вагальную сістэму*. Спружынай тут мадэліруецца пругкі элемент, шарыкам — матэрыяльны пункт. У якасці пругкага элемента ў тэхніцы можа разглядацца эластычны стрыжань, рысора і інш. Вагальныя рухі пункта ў большасці выпадкаў выклікаюцца ўнутранай *аднаўляльнай* сілай $F = cx$ прыкладзенай да шарыка з боку спружыны. У прыведзенай формуле c — каэфіцыент жорсткасці спружыны, які характарызуе яе пругкія уласцівасці. На пункт могуць дзейнічаць і знешнія сілы: сіла супраціўлення асяроддзя і перыядычная ўзбуджальная сіла. У залежнасці ад спалучэння гэтых сіл будзем адрозніваць наступныя віды гарманічных ваганняў: *свабодныя ваганні*, што ўзнікаюць толькі пад дзеяннем аднаўляльнай сілы; *згасальныя ваганні* — ў асяроддзі з супраціўленнем; *вымушаныя ваганні* — пад дзеяннем узбуджальнай гарманічнай сілы (без уліку і з улікам супраціўлення асяроддзя). Вывучэнне гарманічных ваганняў пункта прадугледжана на вучэбным праграмамі тэхнічных ВНУ. Іх матэматычнае апісанне выкладзена ў падручніках па тэарэтычнай механіцы (напрыклад, [1, с. 148—174]). Неабходныя для даследавання ваганняў кінематычныя ўраўненні атрымліваюцца ў выніку рашэння другой асноўнай задачы дынамікі пункта. Ніжэй яны прыводзяцца ў канчатковым выглядзе. Незалежнай пераменнай усюды з’яўляецца час руху t .



Рисунак 1—Мадэль гарманічных ваганняў матэрыяльнага пункта M

Ураўненне свабодных ваганняў. Пачатак адліку O па восі Ox сумяшчам са становішчам раўнавагі пункта M (рысунак 1). *Зыходныя дадзеныя:* m — маса пункта; c — жорсткасць пругкага элемента (спружыны); x_0 — пачатковая каардыната; v_0 — пачатковая скорасць. Вылічваем цыклічную частату k , амплітуду ваганняў a і пачатковую фазу α : $k = \sqrt{c/m}$; $\alpha = \sqrt{x_0^2 + (v_0/k)^2}$; $\alpha = \arctg(kx_0/v_0)$.

Запісваем кінематычнае ўраўненне свабодных ваганняў:

$$x = a \cdot \sin(kt + \alpha). \quad (1)$$

Ураўненне згасальных ваганняў. Пры вывадзеным ураўненні прымаецца, што сіла супраціўлення асяроддзя R прапарцыянальна скорасці руху пункта: $R = \mu v$, дзе μ — пастаянны каэфіцыент прапарцыянальнасці; v — скорасць. *Зыходныя дадзеныя:* m, c, μ, x_0, v_0 .

Вылічваем: $k = \sqrt{c/m}$, $b = \mu/2m$ — каэфіцыент згасання; $k_1 = \sqrt{k^2 - b^2}$ — цыклічная частата згасальных ваганняў; $a = \sqrt{x_0^2 + [(bx_0 - v_{0x})/k_1]^2}$ — умоўная пачатковая амплітуда ваганняў; $\alpha = \arctg[k_1 x_0 / (bx_0 - v_{0x})]$. Пры $b < k$ пункт здзяйсняе згасальныя ваганні паводле ўраўнення:

$$x = ae^{-bt} \cdot \sin(k_1 t + \alpha). \quad (2)$$

Размахі згасальных ваганняў змяншаюцца паводле закона геаметрычнай прагрэсіі, гэта значыць, $x_{n+1}/x_n = e^{-bT_1}$. Велічыню e^{-bT_1} называюць *дэкрэментам* згасальных ваганняў. Чым меншы дэкрэмент, тым хутчэй згасаюць ваганні.

Вымушаныя ваганні. З'ява рэзанансу. Вымушаныя ваганні ўзнікаюць пад уздзеяннем перыядычнай сілы Q . Будзем лічыць, што яе праекцыя $Q_x = Q_0 \sin pt$, дзе Q_0 — амплітуднае значэнне сілы Q_x ; p — яе частата. Пры блізкіх альбо роўных значэннях частотаў p і k назіраецца небяспечная для аб'ектаў тэхнікі з'ява, пры якой амплітуда ваганняў аб'екта неабмежавана ўзрастае. Яе называюць *рэзанансам*.

Зыходныя дадзеныя: m, c, p, x_0, v_0, Q_0 .

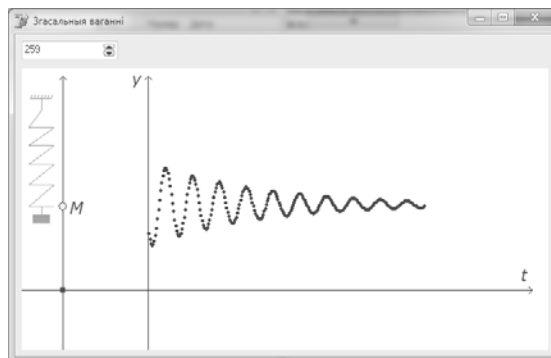
Вылічваем: $k = \sqrt{c/m}$, $\alpha = \sqrt{x_0^2 + (v_0/k)^2}$; $\alpha = \arctg(kx_0/v_0)$; $P_0 = Q_0/m$; $\delta_0 = Q_0/c$ — статычнае адхіленне пункта ад становішча раўнавагі; $\lambda = p/k$ — расстройка частотаў; $A = \delta_0 / (1 - \lambda^2)$ — амплітуда вымушаных ваганняў; $B = P_0/2p$.

Магчымы два варыянты ваганняў:

$$1) \text{ пры } p \neq k, x = a \cdot \sin(kt + \alpha) + A \cdot \sin(pt). \quad (3)$$

$$2) \text{ пры } p = k, x = a \cdot \sin(kt + \alpha) + Bt \cdot \sin(pt - \pi/2). \quad (4)$$

Удасканаленне метадыкі вывучэння гарманічных ваганняў з дапамогай праграмы анімацый. Нават з кароткага агляду кінематычных ураўненняў пераконваемся, што ваганні цела прадстаўляюць сабою вельмі разнастайныя і складаныя рухі. Іх традыцыйнае вывучэнне ў ВНУ з дапамогай формул малапрадуктыўнае, бо не дазваляе яшчэ маладасведчым студэнтам атрымаць на іх падставе дакладную прасторавую ўяву аб рухах аб'ектаў. А якраз паводле меркаванняў знакамітага педагога і навукоўца М. Я. Жукоўскага «... раз усвоеныя геаметрычныя формы, рэсункі, якія адлюстроўваюць выгляд і характэрныя рысы рассматриваемого явления, надолго западают в голову и живут в воображении изучающего». Каб удасканаліць метадыку выкладання тэмы «Ваганні матэрыяльнага пункта» ў Баранавіцкім дзяр-жаўным універсітэце на кафедры «Інфармацыйныя сістэмы і тэхналогіі» распрацавана адмысловая праграма анімацый, якая «ажыўляе» прыведзеныя вышэй формулы (1) — (4) і робіць працэс выкладання тэмы наглядным і захапляючым. Праграма дазваляе аніміраваць вагальныя рухі па вертыкалі, па гарызантальнай і нахіленай пласкасцях. Адкрываецца магчымасць назіраць ваганні пункта з сін-хроннай пабудовай рознакаляровых графікаў яго перамяшчэнняў адначасова на розных частотах, назіраць згасанне ваганняў, з'яву рэзананса і інш (рысунак 2).



Рысунак 2 — Графік згасальных ваганняў, атрыманы з дапамогай праграмы

Заклучэнне. Распрацаваная ў Баранавіцкім дзяржаўным універсітэце праграма анімацый вагальных рухаў цэла дазваляе павысіць узровень выкладання вучэбнага матэрыялу, фарміраваць у студэнтаў доўгатэрміновыя веды, спрыяе развіццю інжынернай інтуіцыі. Адкрываецца магчымасць больш эфектыўна праводзіць вучэбна-даследчую работу па складанай тэме.

Спіс цытаваных крыніц

1. *Хвясько, Г. М.* Курс тэарэтычнай механікі / Г.М. Хвясько. — Мінск : БДТУ, 2000. — 354 с. : іл.

Матэрыял поступил в редакцию 25.02.2015 г.

Репозиторий БарГУ