

**Международная Научно-Исследовательская Федерация
«Общественная наука»**

ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ НАУКИ И ОБРАЗОВАНИЯ

Сборник научных трудов

**по материалам
XXVI международной научной конференции**

31 мая 2017 г.

ЧАСТЬ 1

LJOURNAL.RU

Самара 2017

УДК 001.1
ББК 60

Т34

Тенденции развития науки и образования. Сборник научных трудов, по материалам XXVI международной научно-практической конференции 31 мая 2017 г. Часть 1 Изд. НИЦ «Л-Журнал», 2017. - 52с.

SPLN 001-000001-0143-LJ
DOI 10.18411/lj-31-05-2017
IDSP 000001:lj-31-05-2017

В сборнике научных трудов собраны материалы из различных областей научных знаний. В данном издании приведены все материалы, которые были присланы на XXVI международную научно-практическую конференцию **Тенденции развития науки и образования**

Сборник предназначен для научных работников, преподавателей, аспирантов и студентов.

Все материалы, размещенные в сборнике, опубликованы в авторском варианте. Редакция не вносила коррективы в научные статьи. Ответственность за информацию, размещенную в материалах на всеобщее обозрение, несут их авторы.

Информация об опубликованных статьях будет передана в систему Российского индекса научного цитирования (РИНЦ)

Электронная версия сборника доступна на сайте научно-издательского центра «Л-Журнал». Сайт центра: ljournal.ru

УДК 001.1
ББК 60

SPLN 001-000001-0143-LJ

<http://ljournal.ru>

Содержание

РАЗДЕЛ I. МАТЕМАТИКА	5
Бадриев И.Б., Макаров М.В., Смирнова Е.В. О квазипотенциальности оператора геометрически нелинейной задачи об изгибе трехслойной пластины.....	5
Бахирева К.М. Применение теоретико-множественного аппарата в экономике	12
Ефремова А.А. Применение дифференциальных уравнений в экономических задачах	14
Золотарева Д.И. Применение дифференциального исчисления в экономике	16
Никонорова Р.С. Использование численных методов в экономических задачах	19
РАЗДЕЛ II. ХИМИЯ	23
Полякова В.А. Вспенивание смесей полимеров азодикарбонамидом	23
РАЗДЕЛ III. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ	24
Гурина Е.Д. Исследование методов точного позиционирования транспорта и грузов на промышленных объектах на базе сети VANET	24
Кучеренко Я.А. Изучение интерфейсов программ и операционных систем путем сравнения	26
Липилина Л.В. Расчет характеристик телетрафика компьютерных сетей на основе математических моделей СМО типа $H_2/H_2/1$, $H_2/M/1$	28
Мендгалиева К.Э., Барабанова Е.А. Затухание в различных топологиях пассивных оптических сетей.....	30
Хвалев П.С., Сатюков А.Б., Орехов С.А. Информационные технологии автоматического нивелирования в дорожно-строительной технике	32

РАЗДЕЛ IV. ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ	35
Герасименко Е.Ю., Герасименко А.Н., Мачнев А.С. Методика расчета критического параметра диффузионно-конвективного датчика скорости электролита	35
Герасименко Е.Ю., Петренко А.И., Кислицин А.А. Математическая модель процесса массопереноса в слое электролита трибоэлектрохимического процесса на плоскости.....	37
Демин В.И., Ломоносова Д.В. К выбору теории электрического поля поверхностных переносных заземлителей электролитического типа.....	38
Канавалов И.А., Уваров С.Г., Третьяков А.А. Современные технологии автоматизации процесса получения диффузионного сока в свеклосахарном производстве	42
Плотникова И.О., Плотников К.Б., Доня Д.В., Коняев А.В., Хлопотов И.В. Определение дисперсного состава модельных продуктов и подбор аппаратного оформления процесса структурирования	43
Чахоян А.С., Клименко М.Ю. Влияние надежности на долговечность эксплуатируемых зданий городской застройки	46
Ярцев В.П., Репина Е.И., СоудиНебрас И. Ю. Закономерности деформирования мелкозернистого бетона при длительном центральном сжатии.....	48

РАЗДЕЛ I. МАТЕМАТИКА

Бадриев И.Б., Макаров М.В., Смирнова Е.В.

О квазипотенциальности оператора геометрически нелинейной задачи об изгибе трехслойной пластины*Казанский (Приволжский) федеральный университет
(Россия, Казань)*

doi: 10.18411/lj-31-05-2017-01

idsp: 000001:lj-31-05-2017-01

Аннотация

Установлено свойство квазипотенциальности оператора геометрически нелинейной задачи об изгибе трехслойной пластины с трансверсально-мягким наполнителем является в одномерной постановке.

Ключевые слова. Трехслойная пластина, трансверсально-мягкий наполнитель, геометрическая нелинейность, квазипотенциальный оператор.

Введение.

Многослойные конструкции широко распространены в технике. В одних случаях применение многослойных конструкций диктуется стремлением сочетать легкость с достаточной прочностью и жесткостью. Примером могут служить трехслойные пластины и оболочки с мягким наполнителем, применяемые в авиации [1]. Нормальные напряжения при изгибе воспринимаются в основном крайними (несущими) слоями, наполнитель выполняет роль связей между этими слоями и работает в основном на сдвиг. В других случаях многослойная конструкция используется в связи с необходимостью сочетать различные ограждающие свойства. В качестве примера укажем на многослойные стеновые панели гражданских зданий, сочетающие механическую прочность, теплоизоляционные и звукоизоляционные качества [2–6]. Настоящая работа посвящена изучению геометрически нелинейной задачи об изгибе трехслойной пластины с трансверсально-мягким наполнителем. Она является продолжением [7–11] и посвящена доказательству квазипотенциальности [12–14] введенного в [9] оператора геометрически нелинейной задачи об изгибе трехслойной пластины с трансверсально-мягким наполнителем, сформулированной в виде уравнения в пространстве Соболева. Это свойство необходимо при исследовании сходимости итерационного метода решения задачи [13, 14]. Обобщенные постановки для физически нелинейных и геометрически линейных задач в виде седловых задач, а также методы их решения рассмотрены в [15–19]. Физически нелинейные задачи теории мягких сетчатых оболочек изучены в [18–28]. Численное решение геометрически нелинейных задач проводилось в [29–35].

1. Операторная постановка задачи.

Рассматриваются задачи об определении напряженно-деформированного состояния бесконечно широкой трехслойной пластины с трансверсально-мягким наполнителем. Длина пластины равна a , толщина наполнителя составляет $2t$, толщины несущих слоев равны $2t_{(k)}$, где k – номер слоя. Для описания напряженно-деформированного состояния (НДС) в несущих слоях используются уравнения модели Кирхгофа-Лява, в наполнителе – уравнения теории упругости, упрощенные в рамках принятой модели трансверсально-мягкого слоя и проинтегрированных по толщине с удовлетворением условий сопряжения слоев по перемещениям [36, 37]. В соответствии с [36, 37] введем следующие обозначения: $H_{(k)} = t + t_{(k)}$ (всюду в дальнейшем полагаем,

что $k=1,2$, $X_{(k)}^1$, $X_{(k)}^3$ – компоненты поверхностной нагрузки, приведенной к срединной поверхности k -го слоя, $w^{(k)}$ и $u^{(k)}$ – прогибы и осевые перемещения точек срединной поверхности k -го слоя, $T_{(k)}^{11}$, $M_{(k)}^{11}$ – мембранные усилия и внутренние изгибающие моменты в k -м слое, определяемые по формулам $M_{(k)}^{11} = D_{(k)} d^2 u^{(k)} / dx^2$, $T_{(k)}^{11} = B_{(k)} (d u^{(k)} / dx + 0.5 (d w^{(k)} / dx)^2)$, где $B_{(k)} = 2t_{(k)} E^{(k)} / (1 - \nu_{12}^{(k)} \nu_{21}^{(k)})$ – жесткость k -го слоя на растяжение–сжатие, $E^{(k)}$ и $\nu_{12}^{(k)}$, $\nu_{21}^{(k)}$ – модуль упругости первого рода и коэффициенты Пуассона материала k -го несущего слоя, $D_{(k)} = B_{(k)} t_{(k)}^2 / 3$ – изгибная жесткость k -го слоя. Края пластины предполагаем закрепленными, т.е. $u^{(k)}(x) = 0$, $w^{(k)}(x) = 0$, $d w^{(k)}(x) / dx = 0$ при $x = 0$, $x = a$. Пусть $U = (w^{(1)}, w^{(2)}, u^{(1)}, u^{(2)})$ – вектор перемещений точек срединной поверхности k -го слоя, q^1 – касательные напряжения в заполнителе. Для q^1 считаем, что выполнены граничные условия $q^1(0) = q^1(a) = 0$. Пусть G_{13} , E_3 – модули поперечного сдвига и обжатия заполнителя, $c_1 = 2t / G_{13}$, $c_2 = t^3 / (3E_3)$, $c_3 = E_3 / (2t)$, $M_{(k)}^1$ – поверхностный момент внешних сил, приведенный к срединной поверхности k -го слоя, Полагаем, что все постоянные a , G_{13} , E_3 , t , $E^{(k)}$, $\nu_{12}^{(k)}$, $\nu_{21}^{(k)}$, $t_{(k)}$, $k = 1, 2$, положительны.

Пусть $V_k = W_2^{(k)}(0, a)$ – пространства Соболева [38] со скалярными

$$(u, \eta)_k = \int_0^a d^k u / dx^k d^k \eta / dx^k dx$$

произведениями $k=0, 1, 2$, $V = V_2 \times V_2 \times V_1 \times V_1$.

Будем обозначать скалярное произведение в V через $(\cdot, \cdot)_V$. В [8, 9] установлено, что решением рассматриваемой задачи есть элемент (U, q^1) , являющийся решением вариационного уравнения

$$b((U, q^1), (Z, y)) = f(Z) \quad \forall (Z, y) \in W = V \times V_1, \quad (1)$$

где форма $b(\cdot, \cdot)$ и функционал f , заданные на $W \times W$ и V , определяются по формулам

$$\begin{aligned} b((U, q^1), (Z, y)) = & \int_0^a \sum_{k=1}^2 B_{(k)} \left[\frac{d u^{(k)}}{dx} + \frac{1}{2} \left(\frac{d w^{(k)}}{dx} \right)^2 \right] \frac{d \eta^{(k)}}{dx} dx + \\ & + \int_0^a \sum_{k=1}^2 B_{(k)} \left[\frac{d u^{(k)}}{dx} + \frac{1}{2} \left(\frac{d w^{(k)}}{dx} \right)^2 \right] \frac{d w^{(k)}}{dx} \frac{d z^{(k)}}{dx} dx + \int_0^a \sum_{k=1}^2 D_{(k)} \frac{d^2 w^{(k)}}{dx^2} \frac{d^2 z^{(k)}}{dx^2} dx + \\ & + c_3 \int_0^a (w^{(2)} - w^{(1)})(z^{(2)} - z^{(1)}) dx + \int_0^a \left\{ \sum_{k=1}^2 H_{(k)} \frac{d z^{(k)}}{dx} + (\eta^{(2)} - \eta^{(1)}) \right\} q^1 dx + \quad (2) \end{aligned}$$

$$+ \int_0^a \left\{ \left[\sum_{k=1}^2 H_{(k)} \frac{d w^{(k)}}{dx} + (u^{(2)} - u^{(1)}) + c_1 q^1 \right] y + c_2 dq^1 / dx dy / dx \right\} dx = 0$$

$$\forall Z = (z^{(1)}, z^{(2)}, \eta^{(1)}, \eta^{(2)}) \in V, \quad \forall y \in V_1,$$

$$f(Z) = \int_0^a \sum_{k=1}^2 \left[X_{(k)}^1 \eta^{(k)} + M_{(k)}^1 \frac{dz^{(k)}}{dx} + X_{(k)}^3 z^{(k)} \right] dx \quad \forall Z \in V. \quad (3)$$

В [9] установлено, что форма $b(\cdot, \cdot)$, задаваемая (2), порождает оператор $A: W \rightarrow W$, определяемый формулой

$$b((U, q^1), (Z, y)) = (A(U, q^1), (Z, y))_W \quad \forall (Z, y) \in W, \quad (4)$$

где $(\cdot, \cdot)_W$ – скалярное произведение в W , а функционал f , задаваемый (3), порождает элемент $F \in V$, определяемый формулой $(F, Z)_V = f(Z)$ для всех $Z \in V$.

Поэтому задача (1) может быть записана в виде операторного уравнения

$$A(U, q^1) = (F, 0) \quad (5)$$

3. Квазипотенциальность оператора A .

Будем говорить, что оператор $A: Y \rightarrow Y$ является квазипотенциальным [12–14], если

$$\int_0^1 [(A(t(U + \hat{U})), U + \hat{U})_Y - (A(t\hat{U}), \hat{U})_Y] dt = \int_0^1 (A(\hat{U} + tU), U)_Y dt \quad \forall U, \hat{U} \in Y$$

(6)

При доказательстве квазипотенциальности оператора A нам потребуются следующие результаты.

Лемма 1. Пусть $A: Y \rightarrow Y$ – линейный непрерывный самосопряженный оператор. Тогда он является квазипотенциальным.

$$\int_0^1 (A(tU), U)_Y dt = \frac{1}{2} (AU, U)_Y$$

Доказательство. Имеем $\int_0^1 (A(tU), U)_Y dt = \frac{1}{2} (AU, U)_Y$, следовательно,

$$\begin{aligned} \int_0^1 (A(\hat{U} + tU), U)_Y dt &= (A\hat{U}, U)_Y + \frac{1}{2} (AU, U)_Y = \frac{1}{2} (AU, U)_Y - \frac{1}{2} (A\hat{U}, \hat{U})_Y + \\ &+ \frac{1}{2} (AU, \hat{U})_Y + \frac{1}{2} (A\hat{U}, U)_Y + \frac{1}{2} (A\hat{U}, \hat{U})_Y = \frac{1}{2} (A(U + \hat{U}), U + \hat{U})_Y - \frac{1}{2} (A\hat{U}, \hat{U})_Y = \\ &= \int_0^1 (A(t(U + \hat{U})), U + \hat{U})_Y dt - \int_0^1 (A(t\hat{U}), \hat{U})_Y dt, \end{aligned}$$

что и требовалось доказать.

Лемма 2. Пусть $U = (v, \alpha)$, $Z = (s, \beta)$, $I(U, Z) = \int_0^a (\alpha + \frac{1}{2}v^2)(\beta + vs)dx$.

Тогда

$$J_2 - J_1 = \int_0^1 (I(t(U + \hat{U}), U + \hat{U}), U + \hat{U}) dt - \int_0^1 (I(t\hat{U}), \hat{U}) dt = J_3 = \int_0^1 (I(\hat{U} + tU), U)_Y dt \quad \forall U, \hat{U}.$$

Доказательство. Имеем

$$J_1 = \int_0^a \int_0^1 (t\hat{\alpha} + \frac{1}{2}t^2\hat{v}^2)(\hat{\alpha} + t\hat{v}^2) dt dx = \int_0^a (\frac{1}{2}\hat{\alpha}^2 + \frac{1}{3}\hat{\alpha}\hat{v}^2 + \frac{1}{6}\hat{\alpha}\hat{v}^2 + \frac{1}{8}\hat{v}^4) dx =$$

$$= \int_0^a (\frac{1}{2}\hat{\alpha}^2 + \frac{1}{2}\hat{\alpha}\hat{v}^2 + \frac{1}{8}\hat{v}^4) dx,$$

$$J_2 - J_1 = \int_0^a (\frac{1}{2}(\alpha + \hat{\alpha})^2 + \frac{1}{2}(\alpha + \hat{\alpha})(v + \hat{v})^2 \alpha + \frac{1}{8}(v + \hat{v})^4 - \frac{1}{2}\hat{\alpha}^2 - \frac{1}{2}\hat{\alpha}\hat{v}^2 - \frac{1}{8}\hat{v}^4) dx =$$

$$= \int_0^a (\frac{1}{2}\alpha^2 + \alpha\hat{\alpha} + \frac{1}{2}\alpha v^2 + \frac{1}{2}\hat{\alpha}v^2 + \frac{1}{2}\alpha\hat{v}^2 + \alpha\hat{v}v + \hat{\alpha}\hat{v}v + \frac{1}{8}(v^4 + 4v^3\hat{v} + 6v^2\hat{v}^2 + 4v\hat{v}^3)) dx.$$

С другой стороны,

$$J_3 = \int_0^a \int_0^1 [(\hat{\alpha} + t\alpha) + \frac{1}{2}(\hat{v} + tv)^2][\alpha + (\hat{v} + tv)v] dt dx = \int_0^a \int_0^1 [\hat{\alpha} + t\alpha + \frac{1}{2}\hat{v}^2 + \hat{v}v +$$

$$+ \frac{1}{2}t^2v^2][\alpha + \hat{v}v + tv^2] dt dx = \int_0^a (\hat{\alpha}\alpha + \alpha\hat{v}v + \frac{1}{2}\hat{\alpha}v^2 + \frac{1}{2}\alpha^2 + \frac{1}{2}\alpha\hat{v}v + \frac{1}{3}\alpha v^2 +$$

$$+ \frac{1}{2}\alpha\hat{v}^2 + \frac{1}{3}\hat{v}^3v + \frac{1}{4}\hat{v}^2v^2 + \frac{1}{2}\alpha\hat{v}v + \frac{1}{2}\hat{v}^2v^2 + \frac{1}{3}\hat{v}v^3 + \frac{1}{6}\alpha v^2 + \frac{1}{6}\hat{v}v^3 + \frac{1}{8}v^4) dx =$$

$$= \int_0^a (\frac{1}{2}\alpha^2 + \hat{\alpha}\alpha + \frac{1}{2}\alpha v^2 + \frac{1}{2}\hat{\alpha}v^2 + \frac{1}{2}\alpha\hat{v}^2 + \alpha\hat{v}v + \hat{\alpha}\hat{v}v + \frac{1}{8}(v^4 + 4v^3\hat{v} + 6v^2\hat{v}^2 + 4v\hat{v}^3)) dx,$$

то есть $J_3 = J_2 - J_1$. Лемма доказана.

Теорема 2. Оператор $A: W \rightarrow W$, определяемый формулами (2), (4), является квазипотенциальным.

Доказательство. Заметим, во-первых, что в [11] установлено свойство типа ограниченной липшиц-непрерывности [13, 14] оператора А, определяемого формулами (2), (4), откуда следует непрерывность этого оператора, а значит, и функций

вещественного переменного $t \rightarrow (A(U + tZ, q^1 + ty), (Z, y))_W$,
 $t \rightarrow (A(tU, tq^1), (U, q^1))_W$ для любых $(U, q^1), (Z, y)$ из W . Поэтому

существуют интегралы (Римана) $\int_0^1 (A(tU, tq^1), (U, q^1))_W dt$ и $\int_0^1 (A(tU, tq^1), (U, q^1))_W dt$. Далее, представим оператор A в виде суммы $A = A_1 + A_2$,

где оператор A_1 порождается формой

$$(A_1(U, q^1), (Z, y))_W = \int_0^a \sum_{k=1}^2 B_{(k)} \left[\frac{du^{(k)}}{dx} + \frac{1}{2} \left(\frac{dw^{(k)}}{dx} \right)^2 \right] \frac{d\eta^{(k)}}{dx} dx + \\ + \int_0^a \sum_{k=1}^2 B_{(k)} \left[\frac{du^{(k)}}{dx} + \frac{1}{2} \left(\frac{dw^{(k)}}{dx} \right)^2 \right] \frac{dw^{(k)}}{dx} \frac{dz^{(k)}}{dx} dx .$$

Нетрудно проверить, что оператор A_2 является линейным, самосопряженным, из [11] вытекает его непрерывность. Применяя к оператору A_1 лемму 1 с функциями $\alpha = du^{(k)} / dx$, $w = dw^{(k)} / dx$, $s = dz^{(k)} / dx$, $\beta = d\eta^{(k)} / dx$, а к оператору A_2 – лемму 1, получим, что они удовлетворяют равенству вида (6), а значит, этому равенству удовлетворяет и оператор A . Теорема доказана.

4. Заключение.

Доказано, что оператор, возникающий при математическом описании геометрически нелинейной задачи об изгибе трехслойной пластины с трансверсально-мягким наполнителем является квазипотенциальным.. Данное свойство может быть полезным при исследовании сходимости приближенных методов решения задачи (5) по аналогии с [38-44]. При этом будут использованы разработанные в [45–58] подходы.

Публикация осуществлена при финансовой поддержке РФФИ (проекты №№ 17-08-01279, 16-38-00788, 17-41-160277).

1. Васильев В.В., Добряков А.А., Дудченко А. А. Основы проектирования и изготовления конструкций летательных аппаратов из композиционных материалов. – М.: МАИ, 1985. – 218 с.
2. Бадриев И.Б., Макаров М.В., Паймушин В.Н. Численное исследование физически нелинейной задачи о продольном изгибе трехслойной пластины с трансверсально-мягким наполнителем // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Механика. – 2017. – № 1. – С. 39–51.
3. Макаров М.В., Бадриев И.Б., Паймушин В.Н. Нелинейные задачи о смешанных формах потери устойчивости трехслойных пластин при продольно-поперечном изгибе // Вестник Тамбовского университета. Серия: Естественные и технические науки. – 2015. – Т. 20, № 5. – С. 1275–1278.
4. Бадриев И.Б., Бандеров В.В., Макаров М.В., Паймушин В.Н. Решение нелинейных задач теории многослойных оболочек с трансверсально-мягким наполнителем // В сборнике: Сеточные методы для краевых задач и приложения Материалы Десятой Международной конференции, 2014. – С. 103–107.
5. Paimushin V.N. Problems of geometric non-linearity and stability in the mechanics of thin shells and rectilinear columns // Journal of Applied Mathematics and Mechanics. – 2007. – V. 71, № 5. – P. 772–805.
6. Бадриев И.Б., Макаров М.В., Паймушин В.Н. Контактная постановка задач механики подкреплённых на контуре трехслойных оболочек с трансверсально-мягким наполнителем // Известия высших учебных заведений. Математика. – 2017. – № 1. – С. 77–85.
7. Бадриев И.Б., Макаров М.В., Мартынова О.П. Постановка геометрически нелинейной задачи об изгибе трехслойной пластины с трансверсально-мягким наполнителем // Тенденции науки и образования в современном мире. – 2016. – № 16-1. – С. 5–11.

8. Бадриев И.Б., Макаров М.В., Мартынова О.П. Операторная формулировка геометрически нелинейной задачи об изгибе трехслойной пластины с трансверсально-мягким наполнителем // Тенденции науки и образования в современном мире. – 2016. – № 18-3. – С. 5–13.
9. Бадриев И.Б., Макаров М.В., Смирнова Е.В. Обобщенная постановка геометрически нелинейной задачи об изгибе трехслойной пластины // Тенденции науки и образования в современном мире. – 2017. – № 23-1. – С. 4-10.
10. Бадриев И.Б., Макаров М.В., Смирнова Е.В. О псевдомонотонности оператора геометрически нелинейной задачи об изгибе трехслойной пластины // Тенденции науки и образования в современном мире. – 2017. – № 24-2. – С. 5–14.
11. Бадриев И.Б., Макаров М.В., Смирнова Е.В. О свойстве типа ограниченной липшиц-непрерывности оператора геометрически нелинейной задачи об изгибе трехслойной пластины // Тенденции науки и образования в современном мире. – 2017. – № 25-3. – С. 5–12.
12. Вайнберг М.М., Лаврентьев И.М. Нелинейные квазипотенциальные операторы // Доклады АН СССР. – 1972. – Т. 205, № 5. – С. 1022–1024.
13. Badriev I.B., Zadornov O.A., Saddek A.M. Convergence analysis of iterative methods for some variational inequalities with pseudomonotone operators // Differential Equations. – 2001. – V. 37, № 7. – P. 934-942.
14. Badriev I.B., Zadornov O.A., Lyashko A.D. A study of variable step iterative methods for variational inequalities of the second kind // Differential Equations. – 2004. – V. 40, № 7. – P. 971-983.
15. Бадриев И.Б., Бандеров В.В., Макаров М.В. Численное исследование физически нелинейных задач об изгибе трехслойных пластин // В сборнике: Материалы XI Международной конференции по неравновесным процессам в соплах и струях (NPNJ'2016) Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет), 2016. – С. 475–477.
16. Бадриев И.Б., Гарипова Г.З., Макаров М.В., Паймушин В.Н., Хабибуллин Р.Ф. О решении физически нелинейных задач о равновесии трехслойных пластин с трансверсально-мягким наполнителем // Ученые записки Казанского университета. Серия: Физико-математические науки. – 2015. – Т. 157, № 1. – С. 15–24.
17. Бадриев И.Б., Бандеров В.В., Гарипова Г.З., Макаров М.В. О разрешимости нелинейной задачи о равновесии трехслойной пластины // Вестник Тамбовского университета. Серия: Естественные и технические науки. – 2015. – Т. 20, № 5. – С. 1034–1037.
18. Бадриев И.Б., Гарипова Г.З., Макаров М.В. Сеточные аппроксимации физически нелинейной задачи об изгибе трехслойной пластины с трансверсально-мягким наполнителем // В сборнике: Воронежская зимняя математическая школа С.Г. Крейна - 2016. Материалы международной конференции. – Воронеж: Издательско-полиграфический центр «Научная книга», 2016. – С. 70–72.
19. Badriev I.B., Garipova G.Z., Makarov M.V., Paimushin V.N., Khabibullin R.F. Solving physically nonlinear equilibrium problems for sandwich plates with a transversally soft core // Lobachevskii Journal of Mathematics. – 2015. – V. 36, № 4. – P. 474–481.
20. Badriev I.B., Banderov V.V. Numerical solution of the equilibrium of axisymmetric soft shells // Математические методы в технике и технологиях - ММТТ. - 2014. - № 5 (64). - С. 16-20.
21. Badriev I.B., Banderov V.V., Gnedenkova V.L., Kalacheva N.V., Korablev A.I., Tagirov R.R. On the finite dimensional approximations of some mixed variational inequalities // Applied Mathematical Sciences. – 2015. – V. 9, № 113-116. – P. 5697–5705.
22. Бадриев И.Б. Решение вариационных задач нелинейных процессов механики сплошной среды // В книге: Теория управления и математическое моделирование Тезисы докладов Всероссийской конференции с международным участием, посвященной памяти профессора Н.В. Азбелева и профессора Е.Л. Тонкова. Удмуртский государственный университет. – Ижевск: Изд-во "Удмуртский университет", 2015. – С. 234–235.
23. Бадриев И.Б. О решении вариационных неравенств второго рода // В сборнике: Сеточные методы для краевых задач и приложения Материалы Девятой Всероссийской конференции. – Казань: Отечество, 2012. – С. 32–35.
24. Бадриев И.Б., Бандеров В.В. Численное моделирование деформирования биокomпозитов // В книге: Динамические и технологические проблемы механики конструкций и сплошных сред Материалы XXI международного симпозиума имени А.Г. Горшкова. Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет). – Москва: ООО "ТРИП", 2015. – С. 7–9.
25. Бадриев И.Б., Задворнов О.А. Исследование разрешимости осесимметричной задачи об определении положения равновесия мягкой оболочки вращения // Известия высших учебных заведений. Математика. – 2005. – № 1. – С. 25–30.
26. Бадриев И.Б., Бандеров В.В., Калачева Н.В. Численное исследование вариационных и квазивариационных неравенств теории мягких сетчатых оболочек // Вестник Тамбовского университета. Серия: Естественные и технические науки. – 2015. – Т. 20, № 5. – С. 1037–1040.
27. Бадриев И.Б., Бандеров В.В. Численное решение задач о равновесии осесимметричных мягких оболочек // Вестник Тамбовского государственного технического университета. – 2015. – Т. 21, № 1. – С. 29–35.

28. Бадриев И.Б., Бандеров В.В. Итерационные методы решения вариационных неравенств теории мягких оболочек // Ученые записки Казанского университета. Серия: Физико-математические науки. – 2013. – Т. 155, кн.2. – С. 18–32.
29. Badriev I.B., Garipova G.Z., Paymushin V.N., Makarov M.V. Numerical solution of the issue about geometrically nonlinear behavior of sandwich plate with transversal soft filler // Research Journal of Applied Sciences. – 2015. – V. 10, № 8. – P. 428–435.
30. Бадриев И.Б., Желтухин В.С., Чебакова В.Ю. О решении некоторых нелинейных краевых и начально-краевых задач // В книге: Материалы XXII Международного симпозиума «Динамические и технологические проблемы механики конструкций и сплошных сред» им. А.Г. Горшкова Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет). – Москва: ООО "ТРИП", 2016. – С. 31–33.
31. Бадриев И.Б., Макаров М.В., Паймушин В.Н. Разрешимость физически и геометрически нелинейной задачи теории трехслойных пластин с трансверсально-мягким наполнителем // Известия высших учебных заведений. Математика. - 2015. – № 10. – С. 66–71.
32. Макаров М.В., Бадриев И.Б., Паймушин В.Н. Определение критических точек бифуркации для задачи о геометрически нелинейном поведении трехслойной пластины с трансверсально-мягким наполнителем // В сборнике: Воронежская зимняя математическая школа С. Г. Крейна - 2016. Материалы международной конференции. – Воронеж: Издательско-полиграфический центр «Научная книга», 2016. – С. 292–294.
33. Бадриев И.Б., Бандеров В.В., Макаров М.В., Паймушин В.Н. Исследование задачи об изгибе трехслойной пластины в физически нелинейной постановке // В сборнике: Математическое моделирование и краевые задачи Труды десятой Всероссийской научной конференции с международным участием: в 3-х томах, 2016. – С. 19–24.
34. Макаров М.В. Численное исследование геометрически нелинейной задачи о поперечном изгибе трехслойной пластины с трансверсально-мягким наполнителем // Тенденции науки и образования в современном мире. – 2016. – № 17-2. – С. 26–35.
35. Макаров М.В. О решении геометрически нелинейных и линейных задач о поперечном изгибе жестко закрепленной трехслойной пластины с трансверсально-мягким наполнителем // Тенденции науки и образования в современном мире. - 2016. - № 19-2. - С. 23-29.
36. Paimushin V.N., Bobrov S.N. Refined geometric nonlinear theory of sandwich shells with a transversely soft core of medium thickness for investigation of mixed buckling forms // Mechanics of Composite Materials. – 2000. – V. 36, № 1. – P. 59–66.
37. Паймушин В.Н. Обобщенный вариационный принцип Рейсснера в нелинейной механике пространственных составных тел с приложениями к теории многослойных оболочек // Известия РАН. Механика твердого тела. – 1987. – № 2. – С. 171.
38. Adams R.A. Sobolev Spaces. – New York, San Francisco, London: Academic Press, 1975. – 286 p.
39. Бадриев И.Б. Математическое моделирование процессов механики сплошной среды при наличии точечных источников и нагрузок // В книге: Материалы XXII Международного симпозиума «Динамические и технологические проблемы механики конструкций и сплошных сред» им. А.Г. Горшкова Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет). – Москва: ООО "ТРИП", 2016. – С. 28–31.
40. Бадриев И.Б., Макаров М.В., Паймушин В.Н. Геометрически нелинейная задача о продольно-поперечном изгибе трехслойной пластины с трансверсально-мягким наполнителем // Ученые записки Казанского университета. Серия: физико-математические науки. – 2016. – Т. 158, № 4. – С. 453–468.
41. Бадриев И.Б., Фанюк Б.Я. Итерационные методы решения задач фильтрации в многослойных пластах при наличии точечного источника // Ученые записки Казанского университета. Серия: Физико-математические науки. – 2010. – Т. 152, № 4. – С. 39–55.
42. Бадриев И.Б., Сингатуллин М.Т., Чебаков Ю.В. Численное исследование задач подземной установившейся фильтрации высоковязких жидкостей при наличии скважин // Вестник Тамбовского университета. Серия: Естественные и технические науки. – 2015. – Т. 20, № 5. – С. 1041–1044.
43. Badriev I.B., Banderov V.V., Singatullin M.T. Numerical solution of non-linear filtration issues for high viscous fluids at the presence of wells // Research Journal of Applied Sciences. – 2015. – V. 10, № 8. – P. 343–346.
44. Badriev I.B., Fanyuk B.Y. Iterative methods for solving seepage problems in multilayer beds in the presence of a point source // Lobachevskii Journal of Mathematics. – 2012. – V. 33, № 4. – P. 386–399.
45. Бадриев И.Б., Задворнов О.А. Итерационные методы решения вариационных неравенств второго рода с обратно сильно монотонными операторами // Известия высших учебных заведений. Математика. – 2003. – № 1. – С. 20–28.
46. Желтухин В.С., Чебакова В.Ю., Шнейдер М.Н. Моделирование ВЧЕ-разряда при больших межэлектродных расстояниях // В сборнике: Сеточные методы для краевых задач и приложения. Материалы Девятой Всероссийской конференции. – Казань: Отечество, 2012. – С. 183–186.

47. Бадриев И.Б., Задворнов О.А. О сходимости итерационного метода двойственного типа решения смешанных вариационных неравенств // Дифференциальные уравнения. – 2006. – Т. 42, № 8. – С. 1115–1122.
48. Абдуллин И.Ш., Желтухин В.С., Чебакова В.Ю., Шнейдер М.Н. Тематическая модель ВЧЕ-разряда в аргоне при больших межэлектродных расстояниях // Вестник Казанского технологического университета. – 2013. – Т. 16, № 22. – С. 334–338.
49. Бикчантаев Д.Х., Желтухин В.С., Чебакова В.Ю. Численное исследование процесса взаимодействия высокочастотного емкостного разряда с материалами // В книге: Теория управления и математическое моделирование. Тезисы докладов Всероссийской конференции с международным участием, посвященной памяти профессора Н.В. Азбелева и профессора Е.Л. Тонкова. Удмуртский государственный университет. – Ижевск: Изд-во "Удмуртский университет", 2015. – С. 241–242.
50. Желтухин В.С., Соловьёв С.И., Соловьёв П.С., Чебакова В.Ю. Вычисление минимального собственного значения нелинейной задачи Штурма – Лиувилля // Ученые записки Казанского университета. Серия: Физико-математические науки. – 2013. – Т. 155, № 3. – С. 91–104.
51. Бадриев И.Б., Ляшко А.Д., Панкратова О.В. Исследование сходимости итерационных методов решения нелинейных задач теории фильтрации // Известия высших учебных заведений. Математика. – 1998. – № 11. – С. 8–13.
52. Бадриев И.Б. Математическое моделирование стационарных задач подземной фильтрации с многозначным законом // Вестник Тамбовского университета. Серия: Естественные и технические науки. – 2013. – Т. 18, № 5-2. – С. 2444–2446.
53. Чебакова В.Ю. Моделирование высокочастотного емкостного разряда при атмосферном давлении в аргоне // Ученые записки Казанского университета. Серия: Физико-математические науки. – 2016. – Т. 158, № 3. – С. 404–423.
54. Бадриев И.Б., Нечаева Л.А. Математическое моделирование установившейся фильтрации с многозначным законом // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Механика. – 2013. – № 3. – С. 35–62.
55. Бадриев И.Б., Исмагилов И.Н. Итерационные методы решения нелинейных стационарных задач анизотропной фильтрации // Журнал Средневолжского математического общества. – 2006. – Т. 8, № 1. – С. 150–159.
56. Badriev I.B., Makarov M.V., Paimushin V.N. Numerical investigation of physically nonlinear problem of sandwich plate bending // Procedia Engineering. 2016. - V. 150. - P. 1050–1055.
57. Badriev I.B., Makarov M.V., Paimushin V.N. Mathematical simulation of nonlinear problem of three-point composite sample bending test // Procedia Engineering. 2016. – V. 150. – P. 1056–1062.
58. Бадриев И.Б., Чебакова В.Ю. Математическое моделирование низкотемпературной ВЧЕ-плазмы в аргоне // В сборнике: Математическое моделирование и краевые задачи Труды десятой Всероссийской научной конференции с международным участием: в 3-х томах, 2016. – С. 17–21.

Бахирева К.М.

Применение теоретико-множественного аппарата в экономике

*Саратовский социально-экономический институт (филиал) РЭУ им. Г.В. Плеханова
(Россия, Саратов)*

doi: 10.18411/lj-31-05-2017-02

idsp: 000001:lj-31-05-2017-02

Аннотация

В работе рассмотрены возможности применения теоретико-множественного аппарата к решению различных экономических задач. На первом шаге рассматриваются способы задания множеств и основные операции над ними; далее анализируются свойства различных операций и рассматривается понятие «булевой алгебры»; на заключительном шаге рассматриваются задачи классификации экономических объектов на примере задачи сегментации рынка недвижимости.

Ключевые слова: теория множеств; булева алгебра; рынок недвижимости

Теория множеств – это раздел логики и математики, в рамках которого изучаются классы (множества) элементов произвольной природы.

Множество при этом понимается как произвольная совокупность определённых и различных объектов, мысленно объединённых в единое целое и называемых его элементами [1]. На сегодняшний день методы теории множеств широко используются во

всех областях современной математики и математической логики, а символы и обозначения теории множеств являются «языком» современной математики.

Целью работы является изучение возможностей применения теории множеств в решении экономических задач при исследованиях рынка недвижимости.

Множество может быть задано одним из двух способов: перечислением и с помощью определяющего свойства. Так, например, основные числовые множества могут быть заданы следующим образом:

1. $N = \{1, 2, 3, \dots, n, \dots\}$ – множество всех натуральных чисел;

2. $Z = \{0, \pm 1, \pm 2, \pm 3, \dots\}$ – множество всех целых чисел;

3. $Q = \left\{ \frac{m}{n}, m, n - \text{целые} \right\}$ – множество всех рациональных чисел;

4. R – множество всех действительных чисел;

5. $C = \{x + iy, x \in R, y \in R, i^2 = -1\}$ – множество всех комплексных чисел.

Основными операциями над множествами являются:

1) То, что некоторый элемент принадлежит множеству записывается в виде $a \in A$. То, что не принадлежит – в виде $a \notin A$.

2) Множество B , все элементы которого принадлежат множеству A , называется подмножеством множества A , и при этом записывают $B \subset A$. Пустым множеством \emptyset называется множество, не содержащее ни одного элемента.

3) Если $A \subset B$ и $B \subset A$, то A и B называются равными множествами, при этом записывают $A = B$.

4) Множество тех элементов, которые не принадлежат множеству A , называется дополнением множества A и обозначается \bar{A} .

5) Объединением множеств A и B называется множество $A \cup B = \{x : x \in A \text{ или } x \in B\}$

6) Пересечением подмножеств A и B называется множество $A \cap B = \{x : x \in A \text{ и } x \in B\}$

7) Разностью множеств A и B называется множество $A \setminus B = \{x : x \in A \text{ и } x \notin B\}$

8) Симметрической разностью двух множеств A и B называется множество $A \Delta B = (A \setminus B) \cup (B \setminus A)$.

9) Два элемента a и b называются упорядоченной парой, что обозначается (a, b) , если указано, какой из этих элементов первый, какой второй, при этом $((a, b) = (c, d)) \leftrightarrow (a = c \text{ и } b = d)$.

10) Аналогично определяется упорядоченная система из n элементов a_1, a_2, \dots, a_n , которую обозначают символом (a_1, a_2, \dots, a_n) . Элементы a_1, a_2, \dots, a_n называются координатами упорядоченной системы (a_1, a_2, \dots, a_n) .

11) Совокупность всевозможных упорядоченных пар (a, b) , где $a \in A, b \in B$, называется произведением множеств A и B и обозначается $A \times B$.

Операции объединения и пересечения удовлетворяют следующим свойствам:

- 1) замкнутость;
- 2) коммутативность;
- 3) ассоциативность;

- 4) дистрибутивность операции объединения относительно операции пересечения (дистрибутивность операции пересечения относительно операции объединения);
- 5) $A \cup A = A \cap A = A$;
- 6) $A \cup \bar{A} = U, A \cap \bar{A} = \emptyset$.

Если для элементов некоторого множества σ определены операции объединения и пересечения, для которых выполняются свойства 1) – 6), то тройка $\langle \sigma, \cup, \cap \rangle$ называется булевой алгеброй.

Операция дополнения удовлетворяет свойствам: $\overline{(A \cup B)} = \bar{A} \cap \bar{B}$ и $\overline{(A \cap B)} = \bar{A} \cup \bar{B}$, которые называются принципом двойственности.

В качестве примера рассмотрим задачу классификации рынка недвижимости, которая часто возникает при оценке квартир, поскольку их стоимость зависит, например, от местоположения.

Пусть множество A – однокомнатные квартиры г. Саратова; множество B – квартиры расположенные в центре г. Саратова. Тогда, используя основные операции над множествами, можно выделить следующие сегменты рынка:

1. $A \cup B$ = однокомнатные квартиры, а также любые квартиры расположенные в центре города;
2. $A \cap B$ = однокомнатные квартиры, расположенные в центре;
3. $A \setminus B$ = однокомнатные квартиры в Саратове не расположенные в центре;
4. \bar{A} = любые квартиры в Саратове, кроме однокомнатных;
5. \bar{B} = квартиры, расположенные в любых районах г. Саратова, кроме центра;
6. $A \Delta B$ = однокомнатные квартиры, которые расположены не в центре и квартиры, расположенные в центре, кроме однокомнатных.

В качестве заключения следует отметить, что использование теоретико-множественных операций служит основой для любых экономико-математических анализов, с помощью которого облегчается взаимопонимание между представителями различных областей знаний и является базой для дальнейших углубленных исследований.

1. Верещагин Н. К., Шень А. В31 Лекции по математической логике и теории алгоритмов. Часть 1. Начала теории множеств. – 4-е изд., доп. – М.: МЦНМО, 2012. – 112 с.
2. Тиндова М.Г. Экономико-математическое моделирование. Саратов, 2013.
3. Тиндова М.Г., Кузнецова О.С. Эконометрика. Саратов, 2015.

Ефремова А.А.

Применение дифференциальных уравнений в экономических задачах

*Саратовский социально-экономический институт (филиал) РЭУ им. Г.В. Плеханова
(Россия, Саратов)*

doi: 10.18411/lj-31-05-2017-03

idsp: 000001:lj-31-05-2017-03

Аннотация

В работе рассмотрены возможности применения аппарата дифференциальных уравнений к решению различных экономических задач. На первом шаге рассматриваются основные понятия, связанные с дифференциальными уравнениями; далее рассматривается классификация уравнений 1-го порядка; на заключительном шаге рассматривается метод

решения уравнения с разделяющимися переменными на примере задачи управления спросом и предложением на рынке косметики.

Ключевые слова: дифференциальное уравнение; управление спросом и предложением; рынок косметики

В современном мире, когда рассматривается динамическое изменение тех или иных процессов, в том числе и в экономике, чаще всего речь идёт об использовании для исследования дифференциальных уравнений.

Поэтому целью работы является изучение возможностей применения дифференциальных уравнений к изучению экономических задач, а также требований при этом возникающих. В качестве объекта исследования выбрана задача управления спросом и предложением на рынке косметики.

Как известно, спрос и предложение – экономические категории товарного производства, возникающие и функционирующие на рынке, в сфере товарного обмена. При этом спрос – представленная на рынке потребность в товарах, а предложение – продукт, который есть на рынке или может быть доставлен на него. Закон спроса и предложения, заключающийся в их равенстве, является одним из главных экономических законов товарного производства [1].

С точки зрения математики дифференциальным уравнением называется уравнение, связывающее независимый аргумент x , неизвестную функцию y и её производные [2].

Порядком дифференциального уравнения называется максимальный порядок производной, входящей в уравнение. Следует отметить, что при решении экономических задач используются уравнения только первого и второго порядка. Если неизвестная функция y зависит от одной переменной x , то уравнение называется обыкновенным, если же y зависит от нескольких переменных x_i , то – уравнением в частных производных.

Решением дифференциального уравнения называется всякая функция $y(x)$, которая будучи подставленной в уравнение, обращает его в тождество [2]. Решение еще называется интегралом дифференциального уравнения. Методы и способы решения дифференциальных уравнений зависят от классификации уравнений, которая в свою очередь зависит от порядка уравнения. Так, например, основная классификация уравнений первого порядка может быть представлена в виде:

- уравнения с разделяющимися переменными;
- однородные уравнения;
- линейные уравнения;
- уравнения в полных дифференциалах.

Классификация уравнений n -го порядка может быть представлена линейными и нелинейными уравнениями. Важным частным классом линейных уравнений n -го порядка являются уравнения с постоянными коэффициентами. Подклассом линейных уравнений являются однородные дифференциальные уравнения.

Если рассмотреть задачу управления спросом и предложением на рынке косметики, то пусть в течении долгого периода времени в магазине продаются, например, духи «De'lour». Тогда, годовое предложение этих духов будет зависеть от ожидаемой цены на следующий год. Если предполагается, что сейчас цена духов станет ниже, а в последующим возрастёт, то предложение будет сдерживаться при условии превышения ожидаемого изменения цен над издержками хранения.

В случае если обозначить через p цену на духи в следующем году, а через p' производную цены по времени, то как спрос, так и предложение будут функциями указанных величин. В зависимости от факторов спрос и предложение могут быть разными функциями цены. В частности, они могут задаваться линейной зависимостью,

математически описываемой соотношением $y = ap' + bp + c$, где a, b, c – некоторые вещественные постоянные.

Если предположить, что стоимость духов в начале составляла 5 тыс.руб., через момент времени t она уже составит $p(t)$ тыс.руб. Если также предположить, что спрос Q и предложение S определяются соотношениями: $Q = p' - 2p + 5$ и $S = 2p' + 4p + 4$, то для того, чтобы спрос отвечал предложению, нужно выполнение равенства: $p' - 2p + 5 = 2p' + 4p + 4$. Откуда получаем дифференциальное уравнение относительно цены p : $p' + 6p - 1 = 0$. Данное уравнение является уравнением с разделяющимися переменными. Для решения необходимо преобразовать уравнение так, чтобы с одной части равенства все множители зависели только от p , а с другой – только от

t : $\frac{dp}{1 - 6p} = dt$. Интегрируя обе части последнего равенства, получаем:

$-\frac{1}{6} \ln|1 - 6p| = t + C$. Откуда, умножая обе части равенства на (-6) и потенцируя,

имеем: $p = \frac{1}{6} - C \cdot e^{-6t}$. Или, учитывая начальные условия, а именно $p(t=0)=5$,

окончательно получаем: $p(0) = \frac{1}{6} - C \cdot e^{-6 \cdot 0} = \frac{1}{6} - C = 5$ и $C = -\frac{29}{6}$.

Таким образом, если соблюдать равновесие между спросом и предложением, необходимо, чтобы стоимость духов менялась в согласовании с формулой:

$$p = \frac{1 + 29e^{-6t}}{6}$$

В качестве заключения следует отметить, что использование дифференциальных уравнений в экономических задачах имеет достаточно широкое применение и экономические выводы и результаты, полученные на их основе, зависят от точности методов решения, что в свою очередь зависят от классификации дифференциальных уравнений.

1. Тиндова М.Г. Экономико-математическое моделирование. Саратов, 2013.
2. Минюк, С.А. Дифференциальные уравнения и экономические модели: учеб. пособие / С.А. Минюк, Н.С. Берёзкина. - Минск: Выш. шк., 2007.
3. Тиндова М.Г., Кузнецова О.С. Эконометрика. Саратов, 2015.

Золотарева Д.И.

Применение дифференциального исчисления в экономике

*Саратовский социально-экономический институт (филиал) РЭУ им. Г.В. Плеханова
(Россия, Саратов)*

doi: 10.18411/lj-31-05-2017-04

idsp: 000001:lj-31-05-2017-04

Аннотация

В работе рассмотрены возможности применения аппарата дифференциального исчисления к решению различных экономических задач. На первом шаге сравниваются два основополагающих понятия «производная» и «дифференциал»; далее

рассматривается эластичность как экономическая интерпретация производной; на заключительном шаге рассматриваются экстремальные задачи в экономике на примере задачи максимизации прибыли сельскохозяйственного предприятия.

Ключевые слова: дифференциальное исчисление; эластичность; максимизация прибыли

Дифференциальное исчисление – широко применяемый для экономического анализа математический аппарат. Базовой задачей экономического анализа является изучение связей экономических величин, записываемых в виде функций. В экономике очень часто требуется найти оптимальное значение показателя: наивысшую производительность труда, максимальную прибыль, минимальные издержки и пр. Каждый показатель представляет собой функцию одного или нескольких аргументов.

Аппарат дифференциального исчисления применяется так же в моделях экономической динамики. Динамические модели применяются для решения таких задач, как определения оптимальной или равновесной траектории развития экономической системы, ее состояний в заданные моменты времени, анализ системы на устойчивость, анализ структурных сдвигов и т.п.

Поэтому целью данной работы является рассмотрение условий, при которых возможно применение аппарата дифференциального исчисления к решению конкретных экономических задач.

В качестве объекта исследования выбрана задача максимизации прибыли.

В целом дифференциальным исчислением называется раздел математического анализа, в котором изучаются производные, дифференциалы и их применение к исследованию различных функций [1]. Основная идея дифференциального исчисления связана с изучением функций в малых окрестностях отдельных точек, вследствие чего поведение каждой функции в достаточно малой окрестности каждой точки её области определения близко к поведению линейной функции или многочлена.

Математический аппарат, позволяющий проводить подобные исследования, основан на понятии производной и дифференциала. Производной произвольной функции $y = f(x)$ в данной фиксированной точке x_0 называется предел

$$f'(x_0) = \lim_{x \rightarrow x_0} \frac{f(x) - f(x_0)}{x - x_0} \quad (\text{при условии, что этот предел существует}) [2].$$

Операцию нахождения производной (или перехода от функции к её производной) называют дифференцированием.

Понятие дифференциала связано с возможностью приближения функции в малой окрестности рассматриваемой точки линейной функцией. В отличие от понятия производной функции действительной переменной, понятие дифференциала легко переносится на функции более общей природы, в том числе на отображения одного евклидова пространства в другое, на отображения банаховых пространств в другие банаховы пространства и служит одним из основных понятий функционального анализа.

Экономическим смыслом производной является эластичность функции. Эластичность – это числовая характеристика, определяемая равенством

$$E_x(f) = \lim_{\Delta x \rightarrow 0} \left(\frac{\frac{\Delta f}{f}}{\frac{\Delta x}{x}} \right) = \frac{x}{f} \cdot f'$$

и показывающая, на сколько процентов изменится первый показатель при изменении второго на один процент [3].

Из определения следует, что эластичность обладает следующими свойствами [3]:

1. Эластичность – безразмерная величина, значение которой не зависит от того, в каких единицах измерены величины f и x .
2. Эластичности взаимно обратных функций – взаимно обратные величины:

$$E_x(y) = \frac{1}{E_y(x)}$$

3. Эластичность произведения двух функций $u(x)$ и $v(x)$, зависящих от одного и того же аргумента x , равна сумме эластичностей:
4. Эластичность частного двух функций $u(x)$ и $v(x)$, зависящих от одного и того же аргумента x , равна разности эластичностей:

$$E_x\left(\frac{u}{v}\right) = E_x(u) - E_x(v)$$

5. Эластичность суммы двух функций $u(x)$ и $v(x)$ может быть найдена по

$$E_x(u + v) = \frac{u \cdot E_x(u) + v \cdot E_x(v)}{u + v}$$

формуле:

Помимо определения эластичности различных экономических показателей, т.е. определения скорости изменения показателей, если аргумент увеличится на 1%, с помощью производной в экономике решается ещё один большой класс задач, а именно – задач определения экстремумов функций (максимумов и минимумов). Все задачи подобного типа могут быть разбиты на два класса: задачи условного и безусловного экстремума и способ решения зависит от того класса, к которому принадлежит задача.

Решение задач безусловного экстремума основывается на решении уравнения $f'(x) = 0$, корни которого называются критическими точками, с последующим определением знака d^2f в этих точках [2].

В частности, если рассмотреть задачу максимизации прибыли, а именно, пусть Q – количество реализованного товара, $R(Q)$ – функция дохода, $C(Q)$ – функция затрат на производство товара, тогда прибыль от реализации произведённого товара рассчитывается по формуле $\Pi(Q) = R(Q) - C(Q)$ и необходимо определить максимум этой функции.

В случае безусловного экстремума, решением задачи является известный экономический факт: для того чтобы прибыль была максимальной, необходимо, чтобы предельный доход и предельные издержки были равны: $R'(Q) = C'(Q)$.

В качестве примера рассмотрим задачу определения максимально возможной прибыли сельскохозяйственного предприятия по производству картофеля, если доход и издержки определяются следующими формулами:

$$R(Q) = 120Q + Q^2, \quad C(Q) = Q^3 + 3Q^2 + 25Q - 50,$$

где Q – объем произведённого картофеля (ц/га). Тогда $\Pi(Q) = R(Q) - C(Q) = -Q^3 - 2Q^2 + 95Q + 50$, её производная равна $\Pi'(Q) = -3Q^2 - 4Q + 95$, а критическими точками являются $(-19/3)$ и 5 . Поскольку производство картофеля не может быть отрицательным, то $Q=5$. Второй дифференциал $d^2\Pi = (-6Q - 4)dQ$ при $Q=5$ отрицательный, поэтому в данной точке у функции максимум и $\Pi_{\max}=350$.

Таким образом, в качестве заключения можно отметить, что аппарат дифференциального исчисления широко применяется в экономических задачах. Он

помогает находить наиболее оптимальный путь развития, максимально сокращать издержки производства, а также решать ещё ряд необходимых задач по осуществлению производственной деятельности.

1. Солодовников А.С., Бабайцев В.А., Браилов А.В. Математика в экономике. М., Финансы и статистика, 2008.
2. Тиндова М.Г. Экономико-математическое моделирование. Саратов, 2013.
3. Тиндова М.Г., Кузнецова О.С. Эконометрика. Саратов, 2015.

Никонорова Р.С.

Использование численных методов в экономических задачах

*Саратовский социально-экономический институт (филиал) РЭУ им. Г.В. Плеханова
(Россия, Саратов)*

doi: 10.18411/lj-31-05-2017-05

idsp: 000001:lj-31-05-2017-05

Аннотация

В работе рассмотрены возможности применения аппарата численных методов к решению экономических задач. На первом шаге раскрывается суть подхода, связанного с использованием численных методов решения; далее рассматривается общая классификация численных методов; на заключительном шаге рассматриваются варианты управления погрешностью задачи на примере задачи вычисления предельных издержек производства.

Ключевые слова: численные методы; погрешность; предельные издержки.

Численные методы являются одним из мощных математических средств решения задачи. Суть численных методов приближённого решения математических задач, сводится к выполнению конечного числа элементарных операций над числами. В качестве элементарных операций фигурируют арифметические действия, выполняемые обычно приближённо, а также вспомогательные операции – записи промежуточных результатов, выборки из таблиц и т.п. Числа задаются ограниченным набором цифр в некоторой позиционной системе счисления (десятичной, двоичной и т.п.). Вследствие чего, в численных методах числовая прямая заменяется дискретной системой чисел (сеткой); функция непрерывного аргумента заменяется таблицей её значений в сетке; операции анализа, действующие над непрерывными функциями, заменяются алгебраическими операциями над значениями функций в сетке [1].

Численные методы сводят решение математических моделей экономических задач к вычислениям, которые могут быть выполнены как вручную, так и с помощью вычислительных машин. Разработка новых численных методов и применение их в ЭВМ привели к возникновению вычислительной математики.

Использование численных методов позволяет эффективно находить решение тех или иных задач, но это численное решение всегда имеет определённую погрешность, которая может нести в себе неустранимую погрешность, погрешность метода и вычислительную погрешность. Поэтому задачи решаются численно только с определённой точностью.

Контролируя вычислительную погрешность и погрешность метода, можно эту точность увеличить.

Существует два основных подхода к решению задач с помощью численных методов [2]:

- подход, основанный на эквивалентных преобразованиях, сводящий решение исходной задачи к другой, имеющей то же решение, но решающейся существенно проще;
- подход, основанный на аппроксимации, позволяющий приблизить (аппроксимировать) исходную задачу другой, решение которой в определенном смысле близко к решению исходной задачи.

Основные методы, используемые в этих двух подходах, можно сгруппировать следующим образом [3]:

1) прямые методы, позволяющие после выполнения конечного числа элементарных операций, получить решение, которое при отсутствии ошибок округления будет точным;

2) итерационные методы, т.е. методы построения последовательных приближений к решению задачи, при этом каждое следующее приближение вычисляется по рекуррентным формулам с использованием найденных ранее приближений;

3) методы статистических испытаний (методы Монте-Карло), основанные на имитации случайных величин.

Отличительной особенностью всех численных методов является наличие погрешности в получаемом решении. Такие погрешности обусловлены, во-первых, заменой исходных уравнений, описывающих принятую модель экономического явления, другими аппроксимирующими уравнениями, позволяющими построить вычислительный алгоритм, а, во-вторых, приближенностью методов решения этих аппроксимирующих уравнений.

По причинам возникновения различают следующие основные виды погрешностей: погрешность численного метода, или вычислительного алгоритма; принципиальная, или методическая; инструментальная, или приборная; неустранимая или наследственная.

Численные методы обычно строятся так, что они содержат некоторый параметр, при стремлении которого к определенному пределу погрешность сходящегося алгоритма стремится к нулю. Таким образом, значение погрешности численного метода можно регулировать [4].

Для оценки погрешности численных методов в настоящее время разработано множество различных приемов и методов.

Например, замена исходного дифференциального уравнения разностным приводит к появлению погрешности численного метода, связанной с погрешностью аппроксимации. Для характеристики качества аппроксимации используется понятие ее порядка.

В качестве иллюстрации рассмотрим задачу о предельных издержках, состоящую в определении затрат на увеличение объема производства на 1 ед. при заданном уровне производства (x), т.е. в нахождении производной первого порядка от заданной функции издержек.

Рассмотрим функцию издержек производства продукции некоторой компании, имеющую вид: $y(x) = 0,06x^3 - 0,6x^2 + 5x + 190$ (ден. ед.). Требуется определить средние и предельные издержки производства и вычислить их при заданном значении $x(10)$.

Можно сказать, что достаточно просто найти аналитическое решение данной задачи, но, если функция, или начальные параметры достаточно сложны, то оптимальным вариантом будет прибегнуть к использованию численных методов, задействовав тот или иной математический пакет. В данном случае будут использованы табличный процессор Excel и метод конечных разностей.

Метод конечных разностей – численный метод решения дифференциальных уравнений, основанный на замене производных разностными схемами:

$$\frac{dy}{dx} \approx \frac{y(x+h) - y(x-h)}{2h}$$

, где h – задаваемый шаг, который выбирается исходя из

погрешности метода. Оптимальной погрешностью для данного метода считается $\varepsilon=0,001$, а шаг – $h=0,1$. Так как требуется найти предельные издержки при $x=10$, то возьмём промежуток от 9 до 10,1 (из-за выбранной разностной схемы нам необходимо знать следующее значение после $y(10)$, чтобы вычислить значение производной).

Нахождение средних и предельных издержек					
x	f(x)	f(x)/x	dy/dx	a0	0,06
0	190		0	a1	-0,6
1	194,46	194,46	4,04	a2	5
2	198,08	99,04	3,38	b0	190
3	201,22	67,0733	3,08	h	1
4	204,24	51,06	3,14	h2	0,25
5	207,5	41,5	3,56		
6	211,36	35,2267	4,34		Вводится пользователем
7	216,18	30,8829	5,48		Рассчитывается по заданным в Excel формулам
8	222,32	27,79	6,98		
9	230,14	25,5711	8,84		
10	240	24	11,1		
11	252,26	22,9327			

Рис. 1. Excel с реализацией метода конечных разностей с шагом $h=1$

Если рассмотреть описанную функцию с указанными на рис. 1 коэффициентами, и решить задачу аналитически, взяв заданный уровень производства за 10, то получим $y'(10) = 11$. Соответственно, погрешность будет составлять $11,1-11=0,1$. В большинстве случаев такая погрешность недопустима, поэтому для её уменьшения необходимо уменьшать параметр, например, взяв $h=0,1$ (стандартная величина шага при использовании данного метода).

Нахождение предельных издержек по методу конечных разностей					
x	y(x)	y'(x)			
9	230,14	8,781	h2	0,1	Функция = $a0*x^3+a1*x^2+b0$
9,1	231,0283	8,986	a0	0,06	Формула кон.Разности: $dy/dx=(y(x-h)-y(x-h))/2h$
9,2	231,9373	9,196	a1	-0,6	
9,3	232,8674	9,409	a2	5	
9,4	233,819	9,625	b0	190	
9,5	234,7925	9,846			
9,6	235,7882	10,069			Вводится пользователем
9,7	236,8064	10,297			Рассчитывается по заданным в Excel формулам
9,8	237,8475	10,528			
9,9	238,9119	10,762			
10	240	11,001			
10,1	241,1121				

Рис. 2. Excel с реализацией метода конечных разностей при $h=0,1$

Как видно из рис. 2, погрешность результата при уровне производства равного 10 резко упала до 0,001.

Таким образом, было показано, что использование численных методов для решения подобных задач получить относительно точный результат, погрешность которого зависит от таких факторов, как точность начальных условий, точность выбранного алгоритма, точность математической модели и некоторых других. Следует отметить, что выбранный метод требует знания граничных условий.

Всё это позволяет использовать численные методы в решении экономических задач, поскольку последние в большинстве своём как раз и характеризуются наличием граничных условий для переменных задачи

1. Численные методы решения прикладных задач: Учеб. пособие / Л.Ю. Катаева и [др.]; Нижегород. гос. техн. ун-т им. Р.Е. Алексеева. – Н. Новгород, 2014. – 283 с.
2. Тиндова М.Г. Экономико-математическое моделирование. Саратов, 2013.
3. Тиндова М.Г., Кузнецова О.С. Эконометрика. Саратов, 2015.
4. Тиндова М.Г. Многомерный статистический анализ // Вестник Саратовского государственного социально-экономического университета. 2011. №1. С 98.

РАЗДЕЛ II. ХИМИЯ

Полякова В.А.

Вспенивание смесей полимеров азодикарбонамидом

Московский технологический университет
(Россия, Москва)

doi: 10.18411/lj-31-05-2017-06

idsp: 000001:lj-31-05-2017-06

Термопластичный полимер поливинилхлорид (ПВХ-материалы) широко используют для производства промышленных изделий различного назначения: профилей, сайдинга, пластика и т.д.

Поскольку в чистом виде ПВХ не перерабатывается, в силу низкой устойчивости к действию высоких температур и высокой вязкости расплавов, для стабилизации и модификации его свойств используется широкая гамма различных соединений (добавок). Использование добавок значительно снижает экономическую эффективность применения ПВХ материалов в строительстве (повышает себестоимость продукции). Поэтому актуальными являются исследования по разработке новых высокоэффективных модификаторов ПВХ на основе отечественного сырья, предназначенных для направленного регулирования технологических и физико-механических свойств ПВХ.

Целью данной работы явилось исследование влияния добавок используемых при производстве жестких ПВХ материалов на процесс их вспенивания.

Для исследования кинетики вспенивания ПВХ и ПЭ композиций использовали прибор ИИРТ-2 (ГОСТ 11645-73). Исследуемый материал подвергали температурному воздействию при действии на него определенным грузом. Груз и температура были подобраны по результатам предварительного эксперимента. Масса груза составляла 2,16 кг, температура 190°C, 200°C, 210°C, 220°C.

Измеряли увеличение объема ПВХ и ПЭ композиций. Измерения проводили с помощью специально закрепленного микрометра, который измеряет величину подъема штока.

В качестве объектов исследований был выбран поливинилхлорид, с следующими добавками и порофор: образец 0 состав: ПВХ 50г; ТОСС 2г; АДКА 0,5г; образец 1 состав: ПВХ 50г; ТОСС 2г; АДКА 0,5г; Ирганокс1010 0,5г; образец 1.1 состав: ПВХ 50г; ТОСС 2г; АДКА 0,5г; Ирганокс1010 0,5г; ZnO 0,25г; образец 1.2 состав: ПВХ 50г; ТОСС 2г; АДКА 0,5г; Ирганокс1010 0,5г; ZnO 0,5г; образец 1.3 состав: ПВХ 50г; ТОСС 2г; АДКА 0,5г; Ирганокс1010 0,5г; ZnO 0,75 г. Нами был взят поливинилхлорид суспензионный марки С-6359, изготовленный в соответствии с ГОСТ 14332-78. CAS: 902-86-2.

В результате исследований было установлено, что максимальная высота вспенивания ПВХ достигалась при температуре 220°C.

Также было установлено, что высота вспенивания зависит от состава композиции. Так образец 1.3 показал наибольшие значения высоты вспенивания в сравнении с остальными вариантами опыта. При температуре 200°C он составил, 210°C –, 220°C –, Это в ... раза больше при 200°C по сравнению с образцом 0, и в ... при 220°C. Образец 0 показал самые низкие значения так при температуре 220, так по сравнению с образцом 1 он на ...% меньше, а образцом 1.1 – ...% и образцом 1.2 – ...%.

С выше сказанного можно сделать вывод, что минеральные наполнители влияют на процесс вспенивания жестких ПВХ композиций.

1. Х. Цвайфель, Р. Д. Маер, М. Шиллер. Добавки к полимерам. Справочник / Пер. англ. 6-го изд. под ред. В. К. Узденского, А. О. Григорова — СПб; ЦОП «Профессия», 2010. — 1144
2. Панов Ю.Т. П16 Научные основы создания пенопластов второго поколения: Моногр./ ВГУ. Владимир, 2003. 176 с.
3. Чухланов, В.Ю. Газонаполненные пластмассы : учебное пособие, ВГУ, Владимир: Изд-во ВГУ, 2008. – 152 с.
4. Handbook of Vinyl Formulating, Second Edition. Edited by Richard F. Grossman. Copyright 2008 JohnWiley& Sons, Inc, 531

РАЗДЕЛ III. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Гурина Е.Д.

Исследование методов точного позиционирования транспорта и грузов на промышленных объектах на базе сети VANET

*Астраханский Государственный Технический Университет
(Россия, Астрахань)*

doi: 10.18411/lj-31-05-2017-07

idsp: 000001:lj-31-05-2017-07

Аннотация

Улучшение экономической ситуации в стране является одной из определяющих задач государства на период до 2020 года. В первую очередь необходимо обратить внимание на отечественную промышленность. Современные заводы, речные порты и другие стратегически важные предприятия терпят потери из-за отсутствия систематизированной и отлаженной работы. Преумножить темпы производства и улучшить качество предоставляемых услуг можно с помощью внедрения современных сетевых технологий.

Ключевые слова: сеть, VANET, позиционирование, RFID-метка, ИТС, транспорт, беспроводные, промышленность.

Новейшие разработки в области инфокоммуникационных систем позволяют оптимизировать работу на промышленных объектах и сократить убытки. К примеру, многие заводские и портовые территории требуют наличия систем точного позиционирования рабочего транспорта и грузов. Одним из вариантов реализации подобных систем является покрытие промышленной зоны сетью VANET (vehicularad hoc network), которая позволит контролировать перемещение машин для оптимизации процессов грузоперевозки. Для контроля процессов доставки и определения местоположения груза в режиме реального времени предлагается использовать системы точного позиционирования.

Внедрение технологии VANET совместно с системой точного позиционирования будет способствовать снижению неоправданных рисков и материальных потерь, вызванных недобросовестным отношением кадрового состава к служебным обязанностям, и вовремя неустановленными сбоями работы грузового транспорта.

Реализация данного проекта требует рассмотрения следующих ключевых моментов:

1. Необходимость бесконтактного определения груза.
2. Совместимость сети VANET с системой позиционирования.
3. Выбор основного стандарта сети VANET для бесперебойного взаимодействия грузовых машин между собой.

Анализируя необходимость бесконтактного определения груза на обширной территории, можно отметить, что на современном рынке имеется достаточно большой выбор систем точного позиционирования. Но ввиду заданных условий эксплуатации стоит отдать предпочтение системам радиочастотного определения, основанных на применении пассивных меток, облучаемых электромагнитным полем. Такие системы позиционирования получили название RFID- Radio Frequency Identification. Система RFID состоит из ридера (считыватель информации), транспондера (пассивная метка) и программного обеспечения. Ридер образует и распространяет сигнал на ограниченной территории. Данный импульс ловит RFID-метка, формирующая обратный сигнал. Далее

данные обрабатываются в программном обеспечении, которое отправляет точное местоположение груза с меткой диспетчеру.

Одним из главных условий работы подобной системы позиционирования является достаточное расстояние между ридером и пассивной меткой. В технических характеристиках RFID-меток указано максимальное расстояние считывания – 7 метров, что удовлетворяет условиям эксплуатации на промышленных территориях. Система RFID-меток работает на сверхвысокочастотном диапазоне 2,4 ГГц. Согласно постановлению Государственного радиочастотного центра, данная частота разрешена для свободного использования на территории Российской Федерации. Также, данный частотный диапазон не будет создавать помех в проектируемой сети, так как стандарт IEEE 802.11p, на котором строится целевая сеть VANET, работает в диапазоне 5,9 ГГц. Схема позиционирования RFID-метки представлена на рисунке 1.

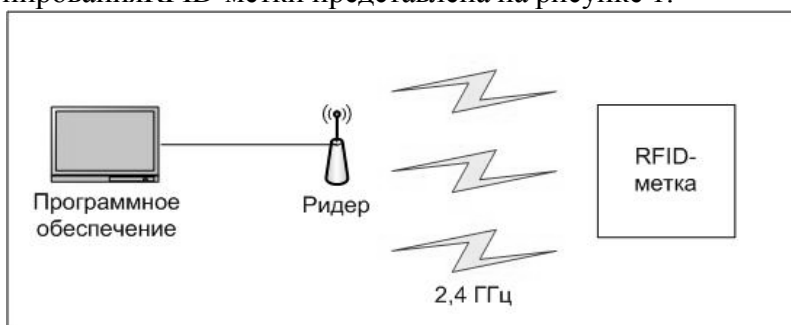


Рис.1 – Схема позиционирования RFID-метки на частоте 2,4 ГГц

Взаимодействие системы точного позиционирования RFID-меток с основной сетью VANET осуществляется станцией интеллектуальной транспортной системы. На рисунке 2 показана архитектура ИТС. Для организации взаимосвязи целесообразно использовать интерфейсы V2I – Vehicular to Infrastructure и V2V – Vehicular to Vehicular, в соответствии с рекомендацией ITU-TY.2281. Также возможна передача данных между несколькими станциями, находящимися в одной географической зоне, например, при расположении промышленных объектов одного предприятия в удалённых частях города.



Рис.2 – Архитектура ИТС

Сети транспортных средств VANET относятся к классу мобильных сетей MANET (Mobile Adhoc Network), которые строятся на семействе протоколов беспроводного

доступа IEEE802.11p, IEEE802.15.4 и стандарта GeoNetworking, обеспечивающего связь с сетями общего пользования. Данные стандарты способны взаимодействовать с предложенной системой радиочастотного позиционирования, так как ридеры, определяющие положение RFID-меток имеют стандартные сетевые интерфейсы стека TCP/IP.

В результате проведенного анализа выяснили, что внедрение методов точного позиционирования на базе сети VANET позволит оптимизировать множество промышленных предприятий, где существует необходимость отслеживания перемещения транспорта с грузом. Среди множества механизмов точного позиционирования предпочтение было отдано радиочастотной системе с использованием RFID-меток, так как именно эта технология удовлетворяет условиям эксплуатации на промышленных территориях. Контроль за перемещением транспорта и грузов позволит увеличить производственный поток и исключить материальные потери, связанные с человеческим фактором.

1. Сети связи пост-NGN/ Б.С. Гольдштейн, А. Е. Кучерявый.— СПб.: БХВ-Петербург, 2013.— 160 с.: ил.
2. Harsch C., Festag A. and Papadimitratos P. Secure position-based routing for VANETs // In Proceedings of IEEE 66th vehicular technology conference. 2007. №9. P. 26–30.
3. Gerla M. Vehicular Cloud Computing // VCA 2012 Proceedings . 2012. №6. P. 14–21.
4. Ian Ku, You Lu, Gerla M., Rafael L. Gomes. Towards Software-Defined VANET: Architecture and Service // VCA 2013 Proceedings. 2013. №5. P. 36–42.

Кучеренко Я.А.

Изучение интерфейсов программ и операционных систем путем сравнения

ГБПОУ КО «КТЭП»

doi: 10.18411/lj-31-05-2017-08

idsp: 000001:lj-31-05-2017-08

Несмотря на то, что компьютеры плотно вошли в нашу жизнь, для большинства пользователей это устройство является чем-то непознаваемым, и поэтому пугающим. Многие предпочитают работать с одной и той же операционной системой или с одной и той же программой, не рискуя экспериментировать с другими видами программного обеспечения. Покупая или обновляя аппаратную часть компьютера, такие пользователи предпочитают устанавливать одни и те же программы, часто сильно устаревшие. Они не догадываются, что, работая за ПК, имеют дело «с чем угодно, только не с компьютером как кучкой кремниевых пластинок, медных проводников и электромоторчиков»[1].

С чем же тогда работает пользователь? С программами? Но большинство людей понимают в программном коде гораздо меньше, чем в аппаратной части. Можно выделить часть программы, с которой каждый сталкивался, а именно интерфейс. Но и здесь все ни так просто. Мы привыкли иметь дело с интуитивно понятными интерфейсами, забывая, что «современные графические оболочки не появились одновременно с персональными компьютерами»[2]. Часто мы привыкаем к одному интерфейсу и нам тяжело воспринять ту же программу или ОС, выглядящую по-другому. Можно привести пример с офисным пакетом Microsoft Office 2007, который имел интерфейс, отличный от Microsoft Office 2003 и пользователям приходилось к нему долго привыкать.

Начиная работать в любой операционной системе, мы начинаем с интерфейса, поэтому его изучение является обязательным в любом курсе информатики. Как часто можно услышать от студентов, что это нам не интересно, это мы знаем, но стоит поставить ОС с другим интерфейсом, мы видим, как «"разной" смыслового значения

элементов интерфейса просто угнетает и может привести к совершенно неожиданным последствиям»[1]. Поэтому пользователи предпочитают ничего не менять, стараются использовать «проверенные» программы. Это приводит к нежеланию познавать новые программы и операционные системы.

Еще несколько лет назад альтернативы Windows просто не было, но с 2009 года ОС Linux плотно вошел в нашу жизнь. Имеется в виду система Android. Волей-неволей пользователям пришлось использовать линуксообразную ОС, хоть и на мобильных устройствах. В связи с развитием Linux, уже никто не знает, с какой системой ему в дальнейшем придется работать. А ведь кроме Windows и Linux есть и другие системы. Например, Macintosh.

Изучать интерфейсы различных операционных систем лучше всего через сравнение. В различных интерфейсах не только виджеты выглядят по-разному, но и по-разному представлен набор функций. Разобраться в функциональных возможностях интерфейсов, сравнивать их, выбрать наиболее подходящий может стать целью для одной или нескольких лабораторных работ, связанных с изучением различных операционных систем.

Для достижения данной цели можно определить два пути. Первый - интуитивно изучить картинки интерфейсов и объяснить их наглядно и второй - установить систему и работать практически. Установить на один компьютер можно и две, и три системы, что совершенно не повлияет на его работоспособность. А такие системы как Ubuntu и вовсе не надо устанавливать, достаточно демо-версии.

Например, можно провести лабораторную работу на сравнение интерфейсы систем Windows XP или 7, Mac OS и Linux Ubuntu. Критерии, по которым происходит сравнение, преподаватель может определить совместно со студентами. Главное, чтобы в результате выполнения работы студент мог обосновать выбор в использовании той или иной операционной системы. Могут быть совершенно непредсказуемые результаты: переход на Linux из-за его функциональности или выбор Windows из-за «привычки». Больше всего неожиданностей вызывает Macintosh. Чего стоит только «привычка "Маков" не раскрывать окна на весь экран и подгонять их под размер документа, а не экрана» [3].

Сравнивать можно не только интерфейсы операционных систем, но и программ, например, офисные пакеты. Всем известен Microsoft Office. Сейчас все больше и больше используется OpenOffice. Достаточно сказать, что этот офис используют Ростелеком, Пенсионный Фонд Российской Федерации, Федеральная служба судебных приставов [4]. Самой большой неприятностью, связанной с использованием обоих этих офисных пакетов, являются различные расширения. Также можно производить сравнение с мобильными офисами, например Smart Office.

Изучение и сравнение интерфейсов различных операционных систем и программ связано с преодолением страха перед неизвестным и нежеланием познавать что-то новое. Как бы не сопротивлялись новому некоторые пользователи, прогресс не умалим и новые программы будут все чаще входить в нашу жизнь, хотя бы на уровне интерфейсов. Ознакомить с альтернативой уже существующих программ – вот задача преподавателей информационных технологий.

1. Зубинский Андрей. Метафоры пользовательского интерфейса. Журнал «Компьютерное обозрение» #4'99 (173)
2. Патий Евгений. 19 ступеней вверх, или История графических пользовательских интерфейсов. Журнал "IT News", #18/2005
3. www.citkit.ru - Письменный Андрей. Куда ведут окна. 1.10. 2007
4. www.ru.wikipedia.org - Свободная энциклопедия Wikipedia

Липилина Л.В.

Расчет характеристик телетрафика компьютерных сетей на основе математических моделей СМО типа H2/H2/1, H2/M/1ПГУТИ
(Россия, Самара)

doi: 10.18411/lj-31-05-2017-09

idsp: 000001:lj-31-05-2017-09

Аннотация

В статье проанализированы известные результаты исследования систем массового обслуживания с гиперэкспоненциальным законом распределения, а также построения механизма аппроксимации произвольных законов распределений с тяжелыми хвостами гиперэкспоненциальным распределением.

Ключевые слова: системы массового обслуживания, среднее время ожидания в очереди, задержка, преобразование Лапласа.

В условиях стремительного развития информационных технологий производительность сети становится одним из ключевых направлений в исследовании телекоммуникационных сетей. Для построения моделей телетрафика и исследования его характеристик, как правило, применяется теория систем массового обслуживания. Однако в современной литературе достаточно редко встречаются задачи анализа производительности сети, а результаты современной теории массового обслуживания ограничены моделями M/D/1, M/M/1, M/M/M, M/G/1.

Реальные же трафики в современных компьютерных и телекоммуникационных сетях адекватно не могут быть описаны в рамках указанных моделей, в частности из-за не пуассоновских входных потоков. Для анализа производительности сети и повышения качества ее обслуживания прежде всего необходима разработка новых методов, основанных на математических моделях реального трафика. Результаты таких работ, как [1,2] указывают на актуальность моделей СМО G/M/1, G/G/1, G/G/n/m, G/D/1, для расчета характеристик которых, аналитические результаты в конечной форме для практического применения не известны.

В работе [3] были выведены уравнения с учетом вероятности переходов и изменения количества сообщений при их обработке в узле и позволяют использовать преобразование Лапласа для расчета обобщенных вероятностно-временных характеристик узлов. В качестве модели узла принята система типа M/G/1. Учет коэффициентов изменения количества сообщений позволил получить модели, более адекватные исследуемым вычислительным сетям.

Рассмотрим СМО типа G/G/1 на примере систем массового обслуживания с гиперэкспоненциальным законом распределения. Поскольку гиперэкспоненциальный закон распределения второго порядка H2, с функцией плотности $f(t) = p\lambda_1 e^{-\lambda_1 t} + (1-p)\lambda_2 e^{-\lambda_2 t}$, содержит три параметра ($0 < p < 1$, $\lambda_1, \lambda_2 > 0$), он позволяет аппроксимировать произвольные входные распределения с весомым хвостом на уровне трех первых моментов. Также этот закон распределения вероятностей случайной величины, имеющий коэффициент вариации, больший единицы и потому востребованный в теории массового обслуживания.

В работе [4] ставилась задача построения механизма аппроксимации произвольных законов распределений (G) с тяжелыми хвостами гиперэкспоненциальным распределением, а также исследования времени ожидания для СМО G/G/1 на примере системы H2/H2/1, а также.

Для этой цели был разработан описанный в работе [5] программный механизм аппроксимации произвольных законов распределений гиперэкспоненциальным как на уровне двух первых моментов, так и на уровне трех первых моментов [6].

В работе [4] проведены вычислительные эксперименты над временем ожидания. При этом использован достаточно широкий диапазон изменения параметров трафика, а именно: загрузки системы ρ от 0,1 до 0,9, а коэффициентов вариаций интервалов поступления и времени обслуживания c_λ, c_μ от 2 до 10. Выходными характеристиками являлись: среднее время ожидания \bar{W} , дисперсия времени ожидания.

Анализ результатов экспериментов в этой работе подтверждает квадратичную зависимость времени ожидания и от коэффициентов вариаций интервалов поступления и времени обслуживания. Кроме того, согласно результатам исследования время ожидания резко возрастает с ростом коэффициента загрузки ρ . Относительно моментов высших порядков, исследуемое время ожидания рассматривается при нагрузке ρ от 0,1 до 0,9, при коэффициентах вариаций (c_λ, c_μ) от 2 до 6 с шагом 2 и изменении коэффициентов асимметрии $(A_{s\lambda}, A_{s\mu})$ от 4 до 15. Анализ варьируемых данных показывает, что с ростом коэффициентов асимметрий при одной и той же нагрузке, время ожидания уменьшается.

В работе [7] также рассматривается СМО с гиперэкспоненциальным распределением, а также исследуется влияние третьего момента на среднее время ожидания. Анализ полученных результатов свидетельствует о значимом влиянии третьего момента интервалов времени между заявками в потоке, задаваемого в виде коэффициента асимметрии, на среднее время ожидания заявок в системе, причем с увеличением коэффициента асимметрии среднее время ожидания заявок уменьшается. Эта зависимость особенно сильно проявляется при малых загрузках системы и уменьшается с ее увеличением. Результаты исследований в данной работе показали, что при значениях загрузки 0,1 времена ожидания при разных коэффициентах асимметрии различаются в несколько раз, а при нагрузке 0,99 эта разница составляет несколько процентов. В области значений загрузки от 0,3 до 0,7, наиболее характерной для компьютерных сетей, эта разница достаточно значительна и составляет десятки и сотни процентов, причем растет с увеличением коэффициента вариации интервалов времени между заявками в потоке.

В работе [8] исследуется несколько подходов к моделированию трафика. Сравнительный анализ вероятности задержки в процентном соотношении показывает значительное преимущество метода аппроксимации гиперэкспоненциальным законом распределения на уровне трех моментов.

В работе [9] рассмотрено влияние третьего момента гиперэкспоненциального и гипоекспоненциального распределений времени обслуживания на характеристики системы. Здесь показано, что для входного потока с гиперэкспоненциальным законом H_2 с одним и тем же вторым моментом можно получить разные значения для третьего момента входного потока, то есть распределение интервалов между заявками τ обладает асимметричным законом. Причем, чем больше значение второго момента, тем больше значение третьего момента и их различие.

Как показано в работе [10], с увеличением значения третьего момента среднее время ожидания заявок уменьшается, при этом такая зависимость особенно сильно проявляется при малых загрузках системы и уменьшается с ее увеличением.

Таким образом, проведенный анализ исследований в работах, где ставилась задача исследования СМО G/G/1 на примере систем с гиперэкспоненциальным входным законом распределения, а также построения механизма аппроксимации произвольных законов распределений (G) с тяжелыми хвостами гиперэкспоненциальным распределением показывает необходимость выполнения аппроксимации распределения

задержки для расчета джиттера с учетом третьего момента в связи с существенным влиянием третьего момента распределения (коэффициента асимметрии) интервалов времени между пакетами потока на среднее время ожидания заявок в системе.

1. Колбанев, М.О. Принципы построения и анализ вероятностно-временных характеристик центров обработки информации и управления интеллектуальных телекоммуникационных сетей [Текст] : дис. докт. техн. наук: 05.13.01, 05.13.13 / Колбанев Михаил Олегович. – Санкт-Петербург, 2003. - 352 с. РГБ ОД, 71:04-5/392.
2. Костин, А.А. Модели и методы проектирования систем управления телекоммуникационными сетями [Текст] : дис. докт. техн. наук: 05.12.13, 05.13.13 / Костин Александр Алексеевич. – Санкт-Петербург, 2003. - 355 с.
3. Абросимов, Л.И. Методология анализа вероятностно-временных характеристик вычислительных сетей на основе аналитического моделирования. Дис. д-ра техн.наук. – М.1996.- 412с.
4. Тарасов В.Н., Липилина Л.В., Карташевский И.В. Исследование задержки в системе G/G/1 / Инфокоммуникационные технологии – 2015. - №2. –С.153-158.
5. Тарасов В.Н., Бахарева Н.Ф., Липилина Л.В. Автоматизация расчета характеристик систем массового обслуживания для широкого диапазона изменения их параметров./ Информационные технологии – 2016.-№12.-С.952-957
6. Тарасов В.Н., Липилина Л.В. Программный комплекс расчета характеристик систем массового обслуживания типа H2/H2/1, H2/M/1 и M/M/1 с запаздыванием во времени / Св-во о гос. регистрации программы для ЭВМ № 2016612657 от 03.03.2016.
7. Муравьева-Витковская Л. А. Оценка параметров трафика на качество функционирования компьютерной сети с использованием СМО-моделей // ИММОД, 2009. – С.178 -181
8. Нгуен Д. Т. Методы и средства исследования распределенных сетей передачи данных с неоднородным трафиком на основе неэкспоненциальных моделей. Диссертация к.т.н. по спец. 05.13.13. – СПб: СПбГУ ИТМО, 2009
9. Муравьева-Витковская Л. А. Анализ влияния характера информационных потоков на качество функционирования телекоммуникационной сети // Научно-технический вестник СПб ГИТМО (ТУ). Вып. 6. Информационные, вычислительные и управляющие системы -СПб: СПб ГИТМО(ТУ), 2002. – С. 27-30
10. Макаренко С. И, Сидорчук В. П., Краснокуцкий А. В. Методика оценки времени задержки пакета в сети воздушной радиосвязи в условиях нестабильности входного трафика // Физика волновых процессов и радио-технические системы. 2007. Т. 10, № 6 – С. 70-74.
11. Geet Jan Franx, Ger Koole, Auke Pot. Approximating multi-skill blocking systems by HyperExponential Decomposition/Perfomance evaluation, 2006.-С 799-824

Мендгалиева К.Э., Барабанова Е.А.

Затухание в различных топологиях пассивных оптических сетей

*ФГБОУ ВПО «АГТУ»
(Россия, Астрахань)*

doi: 10.18411/lj-31-05-2017-10

idsp: 000001:lj-31-05-2017-10

Аннотация

В статье описывается принцип построения пассивных оптических сетей. Выбор топологии на разных участках предполагаемой сети. Рассмотрены затухания при различных делителях.

Ключевые слова: пассивная оптическая сеть, сплиттер, технология, топология, затухание.

Технология пассивных оптических сетей (PON) является быстро растущей и наиболее перспективной технологией широкополосного доступа по оптическому волокну. Само название технологии говорит об отсутствии активных компонентов сети за счет разветвления оптического сигнала при помощи оптических делителей мощности. В связи с этим стоимость такого рода систем доступа снижается, уменьшая количество

необходимого сетевого управления. При этом расположение оптических делителей определяется за счет не только технических характеристик, но и маркетингового исследования потенциальных абонентов в связи с расчетами окупаемости строительства.

При построении PON главным звеном является выбор топологии сети, а именно оценка суммарного затухания между конечными узлами, исходя из чего, в дальнейшем производится расчет оптических бюджета мощности и бюджета потерь. Топология сети выбирается за счет месторасположения потенциальных абонентов, а именно абонентских терминалов. Помимо наиболее популярной топологии «дерево» также применяются такие топологии, как «звезда» и «шина». При этом у каждой имеется своя «зона применения». Таким образом, «звезда» находит свое применение в том случае, когда плотное расположение абонентов близко к месту нахождения OLT. Данная схема не является эффективной с точки зрения экономии волокон, но при этом наиболее удобна в эксплуатации. «Шина» сама под собой подразумевает расположение абонентов вдоль одной линии. Как правило, за счет такого расположения более практичным является использование сплавных разветвителей, которые позволяют делить мощность сигнала в разном процентном соотношении в отличие от планарных с равноплечим разделением. В данном случае необходимо разделить входную мощность сигнала в таких соотношениях, как 5/95, 10/90 и т.д., чтобы достаточный уровень сигнала дошел до последнего абонента на улице и при этом уровень сигнала у каждого абонента был одинаковым с учетом погрешностей. Расчет оптической мощности сигнала в данном случае реализовать сложнее в связи с неточностью технологической реализации.

Наиболее распространенной топологией всё же является «дерево», в которой при проектировании удобнее использовать планарные разветвители. Данные разветвители каскадами подключаются друг ко другу. В зависимости от количества каскадов можно разделить PON деревья на различные n-каскадные виды. При этом каскады порядков выше третьего в большинстве случаев не находят своего применения. За счет использования данного рода разветвителей, достигается необходимый одинаковый уровень сигнала на конечных узлах. Расчет производится проще в связи с тем, что разветвители делят сигнал в равных долях, и достаточно лишь рассчитать затухания для одной ветки.

Также при построении сети необходимо учитывать потери не только на делителях сигнала, но и на следующих единицах:

- затухание в оптическом волокне (учитывается коэффициент затухания);
- затухание волокна на определенной длине (учитывается метраж кабеля);
- потери при сварных и механических соединениях (учитывается каждый срасток или соединение);
- дополнительные потери (изгиб волокна, эксплуатационные потери).

Таким образом, при проектировании пассивной оптической сети доступа учитываются всевозможные потери на линии, которые необходимы при подсчете оптического бюджета мощности с целью оптимального распределению сигнала до каждого абонента с достаточным уровнем для предоставления услуг связи.

1. Петренко И.И., Убайдуллаев Р.Р. Пассивные оптические сети PON // Фотон-Экспресс. – 2005. – №1(41) Оптические сети доступа. – С.-Пб.: Teletekno, 2006. – 190 с. Гасымов И. Архитектура оптических сетей доступа FTTH (Fiber-To-The-Home) // Фотон-Экспресс. – 2008
2. Сайт компании “Ic-line” [Электронный ресурс].- Режим доступа: <http://ic-line.ua/>
3. Сайт компании «Связь Комплект» [Электронный ресурс].- Режим доступа: <http://www.skomplekt.com/technology/pon>
4. Барабанова Е.А., Кутлубаева А.Д., Мальцев Д.Б. Уменьшение задержек передачи сигналов в магистральных сетях передачи данных/ Наука, образование, инновации: пути развития: материалы Седьмой всероссийской научно-практической конференции (16–19 мая 2016 г.).- Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2016. С.16-19.
5. Е.А. Барабанова, Н.С. Мальцева, И.О. Барабанов. Алгоритм параллельной обработки данных в оптических сетях. Научный вестник НГТУ, том 56, № 3, 2014, с. 88–95. ISSN 1814-1196.

Хвалев П.С., Сатюков А.Б., Орехов С.А.

Информационные технологии автоматического нивелирования в дорожно-строительной технике

*Оренбургский государственный университет
(Россия, Оренбург)*

doi: 10.18411/lj-31-05-2017-11

ids: 000001:lj-31-05-2017-11

Аннотация

Для достижения высоких показателей в работе отрасли необходимо грамотное и рачительное освоение вложенных в нее денежных средств, для чего необходима оптимальная реструктуризация подрядных организаций и службы заказчика, подготовка их к применению новых мировых технологий, позволяющих не только сократить себестоимость работ, но и гарантировать ее качество. Актуальность исследуемого вопроса обусловлена переходом в нынешнее время на качественно новый уровень ведения практически всех видов дорожных работ. Основной целью данной работы является – раскрытие особенностей технологии спутникового позиционирования на основе систем ГЛОНАСС/GPS, а именно цифровых 3D систем автоматического нивелирования для дорожно-строительных машин. По результатам информации, представленной в данной статье, можно сделать выводы, что внедрение 3D систем управления для дорожно-строительной техники – это наиболее современных технологические решения в дорожном строительстве, которые позволяют достигать, требуемого нормативными документами, качества дорожного полотна. Материалы статьи могут быть полезны для всех организаций и предприятий работающих в области дорожного строительства, а так же для студентов, обучающихся по данному направлению.

Ключевые слова: геодезия, дорожное строительство, 3D системы автоматического нивелирования, дорожно-строительная техника, современные технологии.

В эпоху современных инновационных и высоких технологий особенно важно следить за техническим прогрессом в производстве и строительстве. Актуальность данной системы подтверждается ее эффективностью в применении на объектах дорожного строительства.

Работа 3D системы автоматического нивелирования основана на использовании 3D цифровой модели проектной поверхности, которая в виде файла закладывается в бортовой компьютер машины, установленный в кабине. Во время работы машины, в режиме реального времени, на основе данных, полученных от расположенных на отвале ГЛОНАСС/GPS приемника и датчиков, определяется положение лезвия отвала, которое сравнивается с цифровой моделью проекта (ЦМП). Далее система вычисляет требуемое смещение отвала машины. При работе в автоматическом режиме отвал автоматически удерживается в проектом положении.

Основная цель системы нивелирования – определения позиции и ориентации рабочего органа строительной машины относительно проектной поверхности, а затем автоматическое перемещение рабочего органа в соответствии с ней. Системы используются для точного выноса поверхности «в натуру» при строительстве фундаментов зданий, автомобильных и железных дорог, каналов, аэродромов и т.п. Использование систем позволяет увеличить производительность машины (увеличение скорости прохода, работа в условиях плохой видимости, избежание простоя из-за ручной нивелировки участка, снижение числа проходов), экономить топливо, а также уменьшить расход стройматериалов за счет снижения допуска по толщине. В зависимости от комплектации системы могут использоваться на асфальто- и бетоноукладчиках, фрезях, автогрейдерах, экскаваторах и других строительных машинах.

Работа системы нивелирования основывается на определении текущего высотного положения и ориентации кромки рабочего органа строительной машины и их сравнении с опорной поверхностью, задающей проектный уровень формируемого слоя. Положение рабочего органа относительно опорной поверхности определяется с помощью различных датчиков, закрепленных на конструктивных частях машины, в результате совместной обработки их измерений. Датчики подвержены влиянию различного рода ошибок измерений, которые необходимо отфильтровать для повышения точности. Затем производится сравнение измерений с опорной поверхностью, на основе которого рассчитывается управление. Обработка сигналов с датчиков, вычисление управления по заложенному алгоритму происходят в блоке управления (контроллере), устанавливаемом в кабине машины. Графическая визуализация – на дисплее. Кроме этого, возможен вариант, когда контроллер и дисплей конструктивно совмещены в едином модуле.

Опорными поверхностями для вычисления относительного положения рабочего органа могут служить цифровые математические модели конструктивных слоев создаваемых трасс, площадок, других строительных объектов, передаваемые в контроллер. Также возможно использовать физические и искусственные поверхности и линии. В качестве примера физической поверхности можно привести слой дорожного полотна, предшествующий текущему укладываемому слою.

Искусственные поверхности создаются лазерными построителями, линии – струнами, натягиваемыми по кольшкам. Управление, формируемое контроллером, подается на гидрораспределитель, который управляет гидроцилиндрами, изменяющими положение рабочего органа машины. Машина, гидроцилиндры и гидрораспределители подвержены влиянию различных, в общем случае неизвестных, динамических и статистических возмущений.

Основными датчиками для вычисления позиции и ориентации рабочего органа машины являются: датчик поперечного угла наклона рабочего органа, датчик продольного угла наклона машины, датчик поворота рабочего органа, инерциальный измерительный модуль, ультрозвуковой датчик, лазерный датчик-приемник, оптическая призма, спутниковая навигационная антенна. Датчики применяются в различных конфигурациях в зависимости от конструктивных особенностей оснащаемой ими машины и сложности стоящих задач.

Все спутниковое оборудование, производимое для высокоточных работ, в том числе и для управления строительной техникой, является универсальным для всех регионов мира и использует все работающие спутниковые системы.

Следует отметить, что использование приемников, работающих только на одной из систем, не может гарантировать постоянную работу и качество сигнала. Например, в России есть разработки спутниковых приемников, работающих только с ГЛОНАСС системой. К сожалению, состояние группировки спутников ГЛОНАСС и наземных сегментов системы таково, что постоянное наличие требуемого количества спутников ГЛОНАСС, необходимых для высокоточного определения позиции машины в любой момент времени и в любом месте РФ является маловероятным. Обеспечение непрерывной работы строительной техники с требуемой точностью. Может быть затруднено.

К примеру, оборудование швейцарской фирмы LeicaGeosystems работает, используя две системы, что гарантирует постоянное наличие в зоне работы нужного количества спутников. Исходя из этого, предпочтительнее использовать уже готовые системы на основе приемников ГЛОНАСС/GPS с возможностью дальнейшей доработки для нужд дорожно-строительной отрасли и дорожного хозяйства РФ.

Преимущества использования вышеуказанной технологии:

- Снижение влияния человеческого фактора. Все работы выполняются в соответствии с предоставленными заказчиком проектными данными. Компоненты оборудования обеспечивают высокую точность выполнения работ на уровне расхождения с проектом в пределах 0,3-2 см.

- Сокращение перерасхода материала на выравнивание слоев дорожной одежды. Средняя экономия материалов при устройстве выравнивающего слоя дороги шириной 9 метров составит около 200 м³ на 1 км, при условии, что оснащенный системой грейдер работает только по основанию.
- Уменьшение сроков выполнения работ.
- Сокращение простоев техники при выполнении подготовительных работ.
- Сокращение затрат и времени на проведение геодезических работ – до 90%. Для работ разбивка не требуется.

Таблица 1.

Сравнительная таблица традиционной технологии выполнения работ и технологии с использованием 3D автоматических систем управления на примере *LeicaRedLinePowerTracker*

Традиционная технология работ	Предлагаемая система работ
Проект передается заказчику на бумаге, что чревато накоплением ошибок при копировании, переносе и оцифровке	Проект передается заказчику без искажений в виде цифровой модели местности
Проектные отметки переносятся с бумаги на компьютер вручную, что повышает трудоемкость геодезических работ на 50-70%	Цифровая модель местности, загруженная в полевой контроллер прибора, позволяет выполнять ряд работ, ранее возможных только в камеральной обработке
Необходим трудоемкий процесс закрепления пунктов планово-высотного обоснования. Возможны неувязки проектов из-за использования разных локальных систем координат	Работа производится в едином координатном пространстве благодаря использованию ГЛОНАСС/GPS инфраструктуры
Требуется регулярная проверка качества выполненных работ, исполнительная съемка, повторный вынос в натуру элементов дороги из-за повреждения пикетных кольев и т.п.	Исполнительная съемка выполняется автоматически самой техникой. Вынос элементов не требуется, работы ведутся в координатах, а не на основе плано-высотной разбивки.
Качество работ напрямую зависит от квалификации исполнителей	Качество работ минимально зависит от исполнителя. Не нужно выполнять 70% геодезических работ.
Для укладки асфальта необходимо повторно производить разбивку и вынос элементов дороги	Для укладки асфальта используются исходные проектные данные.

Таким образом, проведенный анализ приводит к выводам, что:

1. Компании, которые инвестируют средства в 3D-системы нивелирования, добиваются увеличения эффективности строительных работ, в связи с тем, что техника, оснащенная таким оборудованием, работает круглосуточно и при любой погоде.
2. Улучшается качество производства работ, соответствие техническим нормативам отметок и уклонов в поперечном и продольном направлениях.
3. Приобретение данной системы не решает всех проблем, связанных с производством. Необходим комплексный подход к реализации всех стадий проекта.
4. Уровень подготовки выпускников учебных заведений далек от реалий производственных процессов. Своевременное повышение квалификации работников является гарантом безболезненного перехода на более современные способы выполнения работ.

1. Юнусов Н.В. Современные технологии строительства дорог: учебное пособие / Н.В. Юнусов, А.Б. Вальт, С.Г. Головнев; - Челябинск: ЧПИ, 2006. – С.282.
2. Букреев И.А. Комбинация достоинств 3D системы управления техникой // Строительная техника и технологии – 2010. - №6. – С. 54-56.
3. Гулин В.Н. Цифровой проект – Основа для эффективного выполнения дорожно-строительных работ // Дорожная Держава – 2010 - №25 С. 15-17.
4. Букреев И.А. Взгляд изнутри. Современные системы автоматического нивелирования для строительных машин // Строительная техника и технологии – 2011. - №8. – С. 78-81.

РАЗДЕЛ IV. ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Герасименко Е.Ю., Герасименко А.Н., Мачнев А.С.

Методика расчета критического параметра диффузионно-конвективного датчика скорости электролита

Донской Государственный Технический Институт
(Россия, Ростов-на-Дону)

doi: 10.18411/lj-31-05-2017-12

idsp: 000001:lj-31-05-2017-12

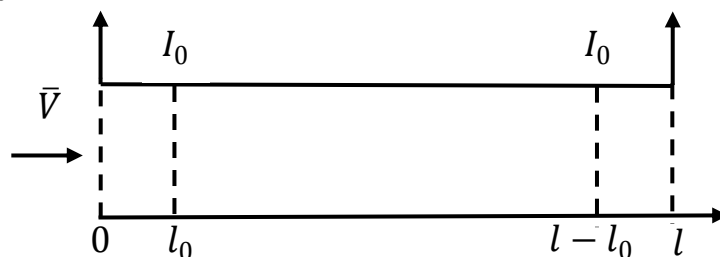
Аннотация

В данной статье описывается методика расчета критического параметра диффузионно-конвективного датчика скорости электролита. С помощью данной методики возможно определить точку перехода режима работы датчика из диффузионной области в конвективную, т. е. оценить его нижний предел измерения скорости.

Ключевые слова: область молекулярной диффузии, область молекулярно-конвективной диффузии, толщина диффузионного слоя, скорость транспорта жидкости, 2-ой закон Кирхгофа, площадь электродов датчика, сопротивление трубки электролита, уравнение Нернста, положительные параметры аппроксимации.

Критический параметр рассматриваемого датчика рассчитывается для стационарного режима его работы. Сам датчик представляет собой диэлектрическую трубку $[0, l]$ с металлическими сетчатыми электродами на её концах. Отрезок $[0, l]$ разбивается на 3 зоны: 1 зона – $[0, l_0]$ – область молекулярной диффузии; 2 зона – $[l_0, l - l_0]$ – область молекулярно-конвективной диффузии; 3 зона – $[l - l_0, l]$ – область молекулярной диффузии, где l_0 – толщина диффузионного слоя.

В стационарном режиме моделью массопереноса в датчике является следующая система соотношений



Схематическое устройство датчика

$$1 \text{ зона: } \frac{d^2 C_1}{dx^2} = 0; \frac{dC_1}{dx}(0) = -NI_0, \quad (1, 2)$$

$$2 \text{ зона: } D \frac{d^2 C_2}{dx^2} - V_0 \frac{dC_2}{dx} = 0, \quad (3)$$

$$3 \text{ зона: } \frac{d^2 C_3}{dx^2} = 0; \frac{dC_3}{dx}(l) = -NI_0, \quad (4, 5)$$

Где V_0 – скорость транспорта жидкости, N – известная электродно-кинетическая константа. На стыках 3-х зон датчика обеспечивается непрерывность самой концентрации и плотности массопереноса:

$$C_1(l_0) = C_2(l_0), \quad -D \frac{dC_1}{dx}(l_0) = -D \frac{dC_2}{dx}(l_0) + V_0 C_2(l_0), \quad (6, 7)$$

$$C_2(l - l_0) = C_3(l - l_0), \quad -D \frac{dC_2}{dx}(l - l_0) + V_0 C_2(l - l_0) = -D \frac{dC_3}{dx}(l - l_0). \quad (8, 9)$$

Решение задачи (1) – (5) с граничными условиями (6) – (9) имеет вид

$$C_1(x) = -NI_0x + \frac{NI_0}{V_0} + \left(NI_0l_0 + A \exp\left(\frac{V_0l_0}{D}\right) \right), \quad C_2(x) = \frac{NI_0D}{V_0} + A \exp\left(\frac{V_0x}{D}\right),$$

$$C_3(x) = -NI_0x + NI_0(l - l_0) + \frac{NI_0D}{V_0} + A \exp\left(\frac{V_0(l - l_0)}{D}\right).$$

Константа А, входящая в три последние соотношения, из условий (6) – (9) определена быть не может. Для её определения должно быть задано условие на входе датчика в виде $C_1(x)=C_0$, что приводит к окончательному результату:

$$C_1(x) = C_0 - NI_0x, \quad C_2(x) = \frac{NI_0D}{V_0} + \left(C_0 - NI_0 \left(I_0 + \frac{D}{V_0} \right) \right) \exp\left(\frac{V_0(x - l_0)}{D}\right),$$

$$C_3(x) = -NI_0x + NI_0(l - l_0) + \frac{NI_0D}{V_0} + \left(C_0 - NI_0 \left(I_0 + \frac{D}{V_0} \right) \right) \exp(V_0(x - 2l_0)).$$

Напряжение на электродах датчика определяется по 2-му закону Кирхгофа

$$U = \Delta^+ - \Delta^- + I_0 S r_3, \quad (10)$$

Где S – площадь электродов датчика, r_3 – сопротивление трубки электролита. Скачки потенциалов на электродах могут быть вычислены по линеаризованным уравнениям Нернста:

$$\Delta^+ = g_0 + g_1 C_1(0), \quad \Delta^- = g_0 + g_1 C_3(l). \quad (11, 12)$$

где g_0, g_1 – положительные параметры аппроксимации.

Подготовка (11) и (12) в (10) даёт выражение для направления на электродах датчика:

$$U = g_1 \left(C_0 \left(1 - \exp\left(\frac{V_0(l - 2l_0)}{D}\right) \right) + NI_0l_0 \left(1 + \exp\left(\frac{V_0(l - 2l_0)}{D}\right) \right) + \frac{NI_0D}{V_0} \left(\exp\left(\frac{V_0(l - 2l_0)}{D}\right) - 1 \right) \right) + I_0 S r_3.$$

Для того чтобы определить «нуль» датчика необходимо численно решить уравнение $U(V_0, l_0) = 0$ при заданном токе I_0 .

Предложенная методика расчёта критического параметра позволяет определить точку перехода режима работы датчика из диффузионной области в конвективную, т. е. оценить его нижний предел измерения скорости.

Герасименко Е.Ю., Петренко А.И., Кислицин А.А.
Математическая модель процесса массопереноса в слое электролита
трибоэлектрохимического процесса на плоскости

*Донской Государственный Технический Институт
(Россия, Ростов-на-Дону)*

doi: 10.18411/lj-31-05-2017-13

ids: 000001:lj-31-05-2017-13

Аннотация

В статье описана математическая модель массопереноса в слое электролита трибоэлектрического процесса на плоскости.

Ключевые слова: потенциал, металл – электролит, уравнение Нернста, электрод – электролит, краевая задача, коэффициент диффузии, начальная концентрация электролита, ток управления.

Скачки потенциалов Δ_1 и Δ_2 на границах раздела “металл – электролит” определяются с помощью уравнений Нернста, которые после линеаризации принимают вид

$$\Delta_1 = g_{10} + g_{11}C(l; t)$$

$$\Delta_2 = g_{20} + g_{21}C(0; t)$$

где g_{10} , g_{11} и g_{20} , g_{21} характеризуют первую и вторую пару “электрод – электролит” соответственно. Для расчёта концентраций $C(0; t)$ и $C(l; t)$ ставится краевая задача относительно функции $C(y; t)$:

$$\frac{\partial C}{\partial t} = D \frac{\partial^2 C}{\partial y^2}; \quad (1)$$

$$C(y; t) = C_0; \quad (2)$$

$$\frac{\partial C}{\partial y}(0; t) = \tilde{N}_1 I(t); \quad (3)$$

$$\frac{\partial C}{\partial y}(l; t) = \tilde{N}_2 I(t); \quad (4)$$

где D – коэффициент диффузии; C_0 – начальная концентрация электролита; \tilde{N}_1 и \tilde{N}_2 – константы, отражающие кинетику электродных процессов; $I(t)$ – ток управления.

Краевая задача (1) – (4) решается операторным методом, где $\dot{C}(y; p) \doteq C(y; t)$, $\dot{I}(p) \doteq I(t)$. Уравнению (1) соответствует уравнение

$$p\dot{C}(y; p) - C_0 = D \frac{d^2 \dot{C}(y; p)}{dy^2},$$

которое приводится к виду

$$\frac{d^2 \dot{C}(y; p)}{dy^2} - \frac{p}{D} \dot{C}(y; p) = -\frac{C_0}{D}, \quad (5)$$

при краевых условиях

$$\frac{\partial \dot{C}}{\partial y}(0; p) = \tilde{N}_1 \dot{I}(p), \quad (6)$$

$$\frac{\partial \dot{C}}{\partial y}(l; p) = \tilde{N}_2 \dot{I}(p). \quad (7)$$

Для уравнения (5) составляется характеристическое уравнение

$$K^2 - \frac{p}{D} = 0 \text{ с корнями } K_1 = \sqrt{\frac{p}{D}}, K_2 = -\sqrt{\frac{p}{D}}.$$

Тогда общим решением (5) является функция

$$\dot{C}(y; p) = A(p)sh \sqrt{\frac{p}{D}} y + B(p)ch \sqrt{\frac{p}{D}} y + \frac{C_0}{p}, \quad (8)$$

операторные константы которой находят из краевых условий (6), (7).

Вначале найдём

$$\frac{\partial \dot{C}}{\partial y}(y; p) = A(p) \sqrt{\frac{p}{D}} ch \sqrt{\frac{p}{D}} y + B(p) \sqrt{\frac{p}{D}} sh \sqrt{\frac{p}{D}} y,$$

В частности,

$$\frac{\partial \dot{C}}{\partial y}(0; p) = A(p) \sqrt{\frac{p}{D}}, \quad (9)$$

$$\frac{\partial \dot{C}}{\partial y}(l; p) = A(p) \sqrt{\frac{p}{D}} ch \sqrt{\frac{p}{D}} l + B(p) \sqrt{\frac{p}{D}} sh \sqrt{\frac{p}{D}} l. \quad (10)$$

Сопоставляя условия (6) и (7) с (9) и (10), получаем:

$$A(p) \sqrt{\frac{p}{D}} = \tilde{N}_1 i(p); \quad (11)$$

$$A(p) \sqrt{\frac{p}{D}} ch \sqrt{\frac{p}{D}} l + B(p) \sqrt{\frac{p}{D}} sh \sqrt{\frac{p}{D}} l = \tilde{N}_2 i(p). \quad (12)$$

Решением системы (11), (12) является:

$$A(p) = \frac{\tilde{N}_1 i(p)}{\sqrt{\frac{p}{D}}}; \quad B(p) = \frac{\tilde{N}_2 - \tilde{N}_1 ch \sqrt{\frac{p}{D}} l}{\sqrt{\frac{p}{D}} sh \sqrt{\frac{p}{D}} l}.$$

Подставляя найденные значения А (р) и В (р) в (8), получим

$$\dot{C}(y; p) = \frac{C_0}{p} - i(p) \tilde{N}_1 \frac{ch \sqrt{\frac{p}{D}} (y - l)}{\sqrt{\frac{p}{D}} sh \sqrt{\frac{p}{D}} l} + i(p) \tilde{N}_2 \frac{ch \sqrt{\frac{p}{D}} y}{\sqrt{\frac{p}{D}} sh \sqrt{\frac{p}{D}} l}. \quad (13)$$

Числовые расчёты по формуле (13) могут быть выполнены при заданной кривой тока I (t), которой соответствует изображение $\dot{I}(p)$

Демин В.И., Ломоносова Д.В.

К выбору теории электрического поля поверхностных переносных заземлителей электролитического типа

*Кубанский государственный технологический университет
(Россия, Краснодар)*

doi: 10.18411/lj-31-05-2017-14

idsp: 000001:lj-31-05-2017-14

Аннотация

Для передвижных электростанций при электроснабжении электроприемников в полевых условиях основной защитной мерой от поражения электрическим током является

система защитного заземления, которая выполняется с помощью штатных стержневых заземлителей.

Для расширения возможностей их применения в различных почвенно-климатических условиях предлагается применение поверхностных переносных заземлителей электролитического типа (ППЗЭЛТ). В результате экспериментальных исследований получена форма растекания электролита в грунте под заземлителем в виде усеченного эллипсоида вращения, размеры которого зависят от радиуса проникаемого дна модели заземлителя и объема пролитой жидкости. Установлены эмпирические зависимости между линейными размерами формы тела растекания электролита в грунте и ее объемом.

На основе анализа существующих методов изучения электрического поля заземлителей предложено использовать для дальнейших исследований ППЗЭЛТ метод естественных координат.

Ключевые слова: электроприемник, передвижная электростанция, заземлитель, электробезопасность, поверхностный переносной заземлитель электролитического типа.

Для обеспечения электрической энергией электроприемников в полевых условиях применяются передвижные электростанции (ПЭС). Основной защитной мерой от поражения электрическим током в этих ПЭС является система защитного заземления, которая выполняется с помощью штатных стержневых заземлителей. Применение штатных стержневых заземлителей ограничено почвенно-климатическими условиями, т.е. имеет ограничения. В этом случае невозможно обеспечить полную защиту обслуживающего персонала от поражения электрическим током при пробое фазной изоляции на корпус ПЭС.

Для решения задачи обеспечения электробезопасности был проведен анализ структуры грунтов [1], который показал, что возможно достижение электролитического контакта заземлителя с грунтом. Следовательно, обеспечить защиту персонала ПЭС возможно с помощью поверхностных переносных заземлителей электролитического типа (ППЗЭЛТ) [2-6]. В них контакт с грунтом осуществляется через электролит, который обладает хорошей проводимостью. А значит, это позволит снизить переходное сопротивление между заземлителем и грунтом до минимальной величины. Также электролит позволяет обеспечить контакт и с грунтом в условиях вечной мерзлоты за счет заполнения пор между самим грунтом и льдом путем растекания под заземлителем.

Результатом теоретических и экспериментальных исследований по разработке конструкции ППЗЭЛТ явилась конструкция заземлителя и способ его эксплуатации [7,8,9].

Для определения эффективности работы ППЗЭЛТ на макетных и опытных образцах были проведены экспериментальные исследования [10], которые показали, что после вытекания из модели ППЗЭЛТ в грунт электролит образует под ним тело растекания в виде усеченного эллипсоида вращения, размеры которого зависят от радиуса проникаемого дна модели заземлителя и объема пролитой жидкости (рисунок 1).



Рисунок 1 – Результаты исследования процесса растекания электролита в грунте на физической модели

Аналитический вывод зависимости между объемом заливаемого электролита и размерами тела растекания электролита в грунте представляет непреодолимые трудности в связи с большим числом влияющих факторов и неопределенностью механизма их влияния.

Поэтому в работе [11] сделана попытка установить эмпирические зависимости между линейными размерами формы тела растекания электролита в грунте и ее объемом.

Они представлены в выражении

$$\begin{aligned} r_0 &= r_c + 0,7854 \cdot h_{\check{y}\check{e}} - 0,0019 \cdot h_{\check{y}\check{e}}^2; \\ b &= 1,0996 \cdot h_{\check{y}\check{e}} - 0,013 \cdot h_{\check{y}\check{e}}^2; \\ t &= 0,754 \cdot h_{\check{y}\check{e}} - 0,002 \cdot h_{\check{y}\check{e}}^2, \end{aligned} \quad (1)$$

где r_0 - большая полуось усеченного эллипсоида вращения, образованного растеканием электролитом в грунте;

b - малая полуось усеченного эллипсоида вращения;

t - глубина (расстояние от поверхности) экваториальной плоскости усеченного эллипсоида вращения;

$h_{\check{y}\check{e}}$ - высота заливаемого в заземлитель электролита.

При этом следует заметить, что полученные коэффициенты аппроксимирующего полинома второго порядка в значительной мере зависят от радиуса проницаемого дна ППЗЭЛТ. Кроме того, необходимо иметь в виду, что зависимости (1) получены в результате физического моделирования для определенного типа грунта и применение их для других типов грунтов возможно с учетом характеристик этих грунтов (пористости и плотности скелета грунта).

Следовательно, возникла необходимость глубокого изучения электрического поля ППЗЭЛТ.

Исследования электрического поля и характеристик заземлителей с самого начала развития их теории относились к категории сложных задач электротехники. Трудности усугублялись тем, что электрическая структура верхних слоев земли, в которой располагаются заземлители, имеет неоднородное и изменяющееся во времени (по сезонам) удельное электрическое сопротивление.

Наименьшие математические трудности возникают при прочих равных условиях тогда, когда все проводящее полупространство принимают однородным (однослойным) [12]. Подобная модель была использована исторически первой, и, несмотря на наибольшие ошибки, к которым приводит ее применение при расчете реальных заземлителей, она до сих пор имеет весьма важное не только методическое, но и практическое значение в инженерных методах расчета заземлителей.

Простые заземлители, как правило, состоят из одного электрода, выполненного, например, в виде полусферы, вертикального или горизонтального кругового цилиндра, круглой пластины, тора (кольца) и т.д.

Учитывая, что для ПЭС используются ППЗЭЛТ, которые можно принять как простые, при рассмотрении их электрического поля можно принять однородное проводящее полупространство.

Строгие математические методы решения задачи об электрическом поле и основных характеристиках простых заземлителей разработаны лишь для немногих частных случаев их геометрии.

Первым был применен метод, основанный на использовании естественной системы координат [12]. Систему криволинейных ортогональных координат называют естественной, если одно из семейств координатных поверхностей, также является семейством поверхностей уровня рассматриваемой скалярной функции, например, электрического потенциала.

Главная особенность и удобство естественной системы координат состоит в том, что частные производные φ по двум другим координатам будут тождественно равны нулю. При этом основное уравнение [12], являющееся в общем случае весьма сложным трехмерным, так как потенциал зависит от трех координат, превращается в обычное одномерное дифференциальное уравнение второго порядка, зависящее лишь от одной координаты

Введение естественных координат - математический метод, имеющий, однако, сравнительно узкую область применения. Действительно использование естественных координат возможно лишь тогда, когда известны все параметры семейства поверхностей, к которому они принадлежат, и когда поэтому могут быть определены коэффициенты Ламэ.

Следовательно, должны быть заранее известны и геометрические параметры эквипотенциальных поверхностей во всей области существования электрического поля заземлителя, начиная от его поверхности. Это обстоятельство и ограничивает возможное применение метода естественных координат лишь простыми заземлителями, имеющими форму гладких тел вращения.

Второй метод основан на замене заземлителя множеством (совокупностью) точечных источников тока и таким подбором их тока, при котором одна из эквипотенциальных поверхностей результирующего электрического поля, рассчитываемого методом наложения, будет иметь точно такую же форму, как и поверхность заземлителя [12]. Тогда в соответствии с теоремой единственности электрические поля заземлителя и множества точечных источников оказываются совершенно одинаковыми.

Простейшим применением подобного метода является решение задачи об электрическом поле сферического электрода, расположенного в проводящем однородном пространстве. Сферический электрод заменяют одним точечным источником тока, расположенным в точке, в которой раньше находился центр сферического электрода. При этом эквипотенциальные поверхности электрического поля точечного источника - сферы, одна из которых совпадает с поверхностью сферического электрода.

Область применения второго метода, так же как и первого, ограничена простыми заземлителями в виде гладких тел вращения, однако с меньшими ограничениями по расположению заземлителей относительно поверхности грунта. В частности, с помощью второго метода могут быть найдены электрические поля токов, стекающих с стержневых горизонтального и вертикального заземлителей, не выходящих на поверхность.

Таким образом, для решения задачи об электрическом поле ППЗЭЛТ целесообразно применить метод естественных координат. Его использование предполагает наличие сведений о геометрических параметрах эквипотенциальных поверхностей во всей области существования электрического поля заземлителя, начиная от его поверхности.

1. Демин В.И. О возможности достижения электролитического контакта заземляемого корпуса передвижной электроустановки с грунтом [Электронный ресурс] // Научные труды КубГТУ: электрон. сетевой политематич. журн. 2015. № 6. URL: <http://ntk.kubstu.ru/file/485>.
2. А.с. 1343476 СССР, МКИ Н 01 R 4/66. Заземлитель/Р.А. Ляпунов, В.И. Демин, А.В. Варфоломеев (СССР). - № 4093186/24-07; заявл. 23.04.86; опубл. 07.10.87, Бюл. № 37. - 2 с.: ил.
3. А.с. 1390670 СССР, МКИ Н 01 R 4/66. Способ эксплуатации переносного заземлителя/ Е.С. Есин, В.А. Петров, Н.Н. Сапига, Р.А. Ляпунов, В.И. Демин, А.С. Попов (СССР). - № 4096260; заявл. 05.08.86; опубл. 23.04.88. - 2 с.: ил.
4. А.с. 1582230 СССР, МКИ Н 01 R 4/66. Поверхностный переносной электролитический заземлитель/Р.А. Ляпунов, А.В. Варфоломеев, В.И. Демин (СССР). - № 4375450/24-07; заявл. 30.06.87; опубл. 30.07.90, Бюл. № 28. - 2 с.: ил.
5. Пат. 2092944 Российская Федерация, МПК 6 Н 01 R 4/66. Поверхностный переносной электролитический заземлитель/Ляпунов Р.А., Демин В.И., Варфоломеев А.В.; заявитель и патентообладатель Кубанский гос. технол. ун-т. - № 96111700/07; заявл. 11.06.96; опубл. 10.10.97, Бюл. № 28. - 3 с.: ил.
6. Пат. 2096875 Российская Федерация, МПК 6 Н 01 R 4/66. Способ эксплуатации поверхностного переносного электролитического заземлителя/ Демин В.И., Варфоломеев А.В., Ляпунов Р.А., Детьинченко О.В.; заявитель и патентообладатель Демин В.И. - № 95118542/07; заявл. 31.10.95; опубл. 20.11.97, Бюл. № 32. - 3 с.: ил.
7. Демин В.И., Пашинян Л.А. Анализ конструктивных особенностей электролитических заземлителей// Вестник Ассоциации буровых подрядчиков, 2015, № 3. – с. 44 - 48.
8. Демин В.И., Пашинян Л.А., Энговатова В.В., Лавриненко Л.В. Разработка конструкции поверхностного переносного заземлителя электролитического типа// Вестник Ассоциации буровых подрядчиков. 2016. № 2. - с. 42-45.

9. Демин В.И., Ломоносова Д.В. Применение поверхностных переносных заземлителей электролитического типа для передвижных электроустановок // в сборнике: Молодежь. Наука. Инновации. Труды XIII Международной научно-практической интернет-конференции. 2016. с. 308-314.
10. Демин В.И., Пашиян Л.А., Лавриненко Л.В. Анализ результатов экспериментальных исследований поверхностных переносных заземлителей электролитического типа [Электронный ресурс]// Научные труды КубГТУ: электрон. сетевой политематич. журн. 2016. № 10. URL: <http://ntk.kubstu.ru/file/1157>.
11. Демин В.И., Ломоносова Д.В. Определение зависимости размеров тела растекания электролита в грунте от его объема в заземлителе электролитического типа/ Научный диалог: Вопросы точных и технических наук: сборник научных трудов, по материалам международной научно-практической конференции 12 мая 2017 г. – С.Пб.: Изд. ЦНК МНИФ «Общественная наука», 2017. – с. 36-40.
12. Бургсдорф В.В., Якобс А.И. Заземляющие устройства электроустановок. М.: Энергоатомиздат, 1987. – 400 с.

Канавалов И.А., Уваров С.Г., Третьяков А.А.

Современные технологии автоматизации процесса получения диффузионного сока в свеклосахарном производстве

*Тамбовский государственный технический университет
(Россия, Тамбов)*

doi: 10.18411/lj-31-05-2017-15

idsp: 000001:lj-31-05-2017-15

Аннотация

Предложена структура распределенной системы управления процессом получения диффузионного сока построенной с использованием современных микропроцессорных средств автоматизации.

Ключевые слова: свеклосахарное производство, диффузионный сок, автоматизация, автоматизированное рабочее место, SCADA-система.

Тростниковый и свекловичный сахар (сахарный песок, рафинад) представляется нам пищевым продуктом первостепенной необходимости. Сахар относится к углеводам, которые считаются ценными питательными веществами, обеспечивающими организм необходимой энергией.

Применение устаревших технических средств автоматизации, использование неэффективных методов управления производством сахара сказывается на качестве выпускаемой продукции, что приводит к уменьшению сбыта, а, следовательно, к экономической неэффективности производства. Поэтому актуальным является разработка системы управления технологическими процессами производства сахара на базе современных технических и программных средств автоматизации и управления.

Автоматизация производства позволит уменьшить эксплуатационные затраты, повысить производительность, сократить затраты труда.

Важнейшей стадией в производстве сахара является экстракция (процесс извлечения диффузионного сока из свекловичной стружки). От этой стадии зависит эффективность извлечения сахаров из сырья и, как следствие прибыль, получаемая предприятием. Экстракция осуществляется в наклонных диффузионных аппаратах.

Вместе с тем процесс получения диффузионного сока относится к сложным технологическим процессам. Поддержание технологических параметров в рамках заданных диапазонов, в условиях совокупности возмущающих внешних воздействий возможно только посредством высокоэффективных систем автоматического управления (САУ).

Эффективное решение данной задачи возможно только при использовании современных средств управления и принципов построения автоматизированных систем.

В течение многих лет системы управления строились по централизованной схеме. Подобная конструкция имеет немало недостатков. Начиная с затрат на кабельную сеть и вспомогательное оборудование, и заканчивая сложным монтажом и низкой надежностью и сложной реконфигурацией.

В последнее время благодаря повышению эксплуатационных характеристик оборудования и интенсивному распространению промышленных сетей, увеличивается доля распределенных систем управления.

Широкому распространению распределенных АСУ ТП способствует проникновение микропроцессоров на нижний уровень управления: датчиков и исполнительных механизмов. Связь с такими датчиками и исполнительными механизмами осуществляется посредством промышленной сети, завязанной на контроллеры. Помимо этого, встроенные микропроцессоры позволяют датчику производить самодиагностику, калибровку, а так же, в некоторых случаях, поверку [1].

Структура АСУ ТП получения диффузионного сока, построенной, с использованием датчиков и исполнительных механизмов с встроенными микропроцессорами, представлена на рисунке 1.

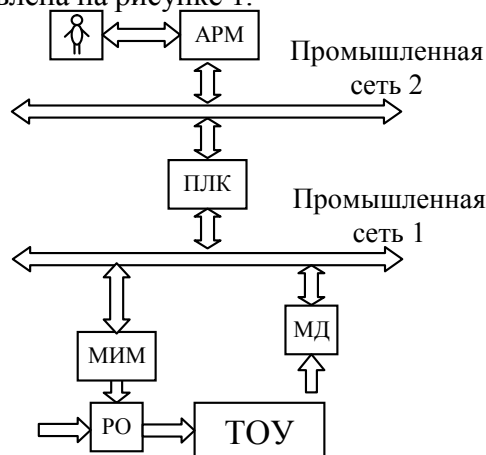


Рисунок 1. АСУ ТП получения диффузионного сока: ТОУ – технологический объект управления, РО – регулирующие органы, АРМ – автоматизированное рабочее место оператора, МД – микропроцессорные датчики, МИМ – микропроцессорные исполнительные механизмы, ПЛК – программируемые логические контроллеры

Верхний уровень АСУ ТП реализуется в виде автоматизированного рабочего места оператора на базе SCADA системы. Нижний уровень образуют интеллектуальные датчики и исполнительные механизмы, ПЛК.

При разработке системы управления технологическим процессом решена задача автоматического контроля и регулирования параметров производства диффузионного сока.

Предложенная система управления позволит увеличить экономическую и технологическую эффективность данного производства.

1. Елизаров И.А. Технические средства автоматизации. Программно-технические комплексы и контроллеры: учебное пособие для вузов / И.А. Елизаров, Ю.Ф. Мартемьянов, А.Г. Схиртладзе. - Тамбов: ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2012. - 180 с.

Плотникова И.О., Плотников К.Б., Доня Д.В., Коняев А.В., Хлопотов И.В.
Определение дисперсного состава модельных продуктов и подбор аппаратурного оформления процесса структурирования

*Кемеровский Технологический Институт Пищевой Промышленности
 (Россия, Кемерово)*

doi: 10.18411/lj-31-05-2017-16

ids: 000001:lj-31-05-2017-16

Аннотация

В сибирских ягодах содержится оптимальное количество полезных для организма веществ (витаминов, минералов и других). Ягоды являются скоропортящимся продуктом, поэтому для повышения срока хранения необходима их консервация или приготовление инстант-продуктов, например гранулированных быстрорастворимых напитков. Сегодня на рынке отсутствуют быстрорастворимые напитки на основе ягод жимолости, что является упущением. Экстракт жимолости полученный экстрагированием

с последующим высушиванием имеет сложную структуру со средним медианным размером 330 мкм. Для повышения качества гранул предлагается накладывать разную динамическую нагрузку в процессе гранулирования. Наложение динамической нагрузки позволит получить структурированные гранулы из агломерированных частиц порошков, обеспечивая тем самым большую их диспергируемость, смачиваемость, сыпучесть, несслеживаемость и т.п.

Ключевые слова: гранулирование, структурообразование, динамические нагрузки, дисперсный состав, ягоды жимолости.

За последние три десятилетия наблюдается тенденция к росту числа хронических заболеваний, это связано с большим количеством факторов и как один из наиболее весомых факторов можно выделить несбалансированное питание. На организм человека ведущее негативное влияние оказывает дефицит микронутриентов – витаминов, микроэлементов и т.д. Рацион человека, являющийся достаточным для восполнения энергозатрат, не способен обеспечить организм необходимым количеством витаминно-минерального комплекса, потребность в котором у современного человека увеличился, так как возрос уровень стрессовых, экологических и других факторов негативно влияющих на организм [1, 2].

Одним из путей выхода из сложившейся ситуации является создание повседневных продуктов с увеличенным витаминным содержанием. Большое количество, необходимых для человека минеральных веществ и витаминов, содержится в сырье растительного происхождения. Во многих странах, а также России, разрабатываются способы получения растворимых напитков в гранулах на основе растительного сырья, что является одним из способов решения проблемы связанной со здоровым и сбалансированным питанием [3].

Не смотря на все вышесказанное, при подборе сырья для изготовления продуктов нужно учитывать пищевые привычки- индивидуальные, семейные, национальные традиции в области питания и соответствующую им приспособленность организма к отдельным пищевым продуктам, к способам приготовления и приема пищи [4]. Так для условий юга западной Сибири актуальными были и есть напитки на основе ягод местного произрастания: брусники, смородины, ежевики, жимолости и т. д [5].

Сибирские ягоды являются «копилкой» витаминов, минералов и других, полезных для организма веществ, однако, ягоды являются продуктом скоропортящемся, поэтому они требуют либо применения процесса консервирования или приготовления инстант продуктов[1], например гранулированных быстрорастворимых напитков. Сегодня на рынке не представлены быстрорастворимые напитки на основе ягод жимолости, что является упущением, так как в ягодах жимолости (*Lonicera edulis*) содержится около 4,5 % сахаров, 1 % кислот (в том числе до 50 мг% аскорбиновой кислоты), витамины Р, В1, В2, провитамин А, пектиновые, дубильные и красящие вещества, соли калия, магния, фосфора, кальция, железа, марганца, йода, меди и другие микроэлементы. Регулярное употребление в пищу ягод жимолости способствует снижению кровяного давления, укрепляет стенки сосудов, защищает организм от отравления солями тяжелых металлов, поэтому разработка технологии приготовления инстант на основе ягод жимолости является актуальной задачей.

При производстве гранулированных быстрорастворимых напитков в пищевой промышленности наибольшую распространенность приобрел метод окатывания в барабанных или тарельчатых машинах. Данный способ является наиболее дешевым по сравнению с гранулированием в псевдооживленном слое, который применяется на более рентабельном фармацевтическом производстве.

Приготовление инстант на основе ягод жимолости осуществляли по технологии указанной в [6], в барабанном грануляторе с конвективной сушкой в противотоке. Полученные гранулы подверглись гранулометрическому анализу

микроскопическим методом. Дисперсный состав продукта до и после гранулирования определялся следующим образом: отбиралось несколько проб продукта, затем пробы помещали в дисперсионную среду (изобутиловый спирт[7]), и на биологическом микроскопе Levenhuk 40L NG снабженном цифровой камерой DCM310 проводилось фотографирование. Снимки производились в произвольных местах взятых проб, фотографии обрабатывались на ЭВМ в программе ImageTool v. 300. Микрофотографии исходных материалов до и после грануляции представлены на рис. 1, дисперсный состав представлен на рис. 2.

Анализируя данные представленные на графике (рис. 2), можно сделать вывод, что при данном способе производства гранул наблюдается большое количество несформированных агломераций, что снижает производительность, требует дополнительной стадии классификации, при конвективной сушке с орошением связующей суспензией будет происходить унос мелкодисперсной фракции, что в свою очередь влечет за собой необходимость применения дорогих систем очистки отходящего сушильного агента[8].

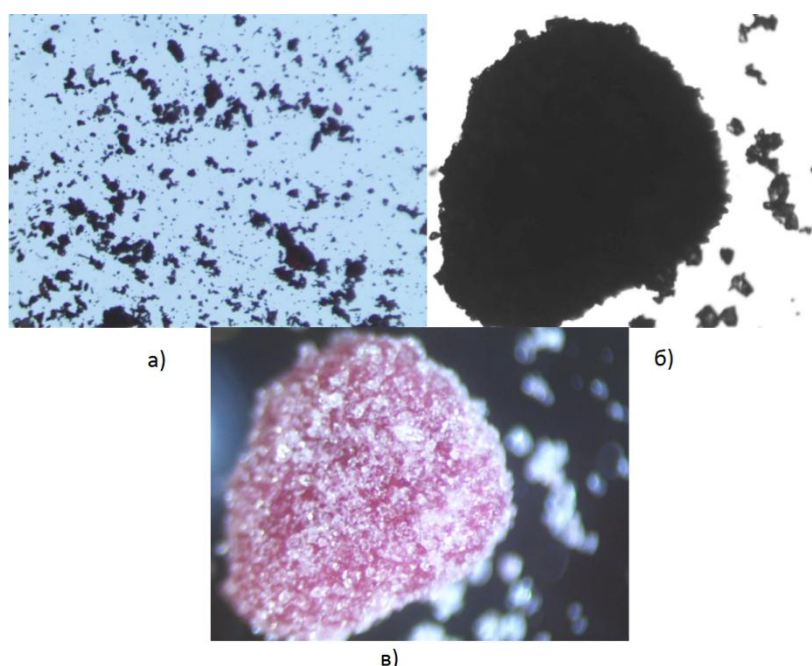


Рис. 1. Микрофотографии: а) исходной смеси; б) гранулированного продукта; в) структуры гранулы

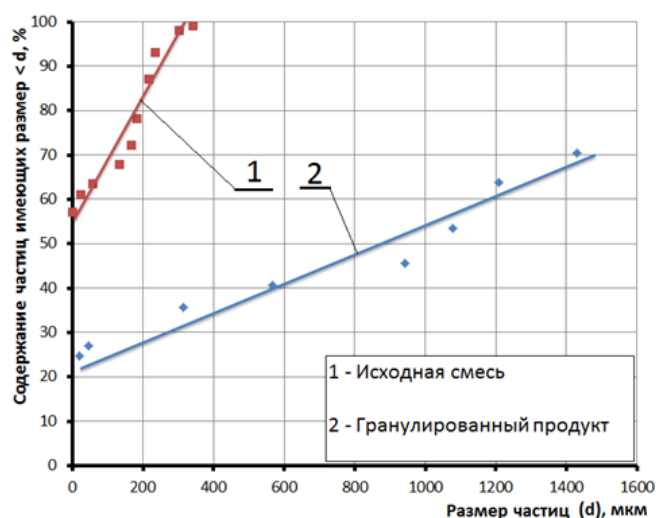


Рис. 2. Дисперсный состав: 1 - исходной смеси; 2 - гранул

В свою очередь экстракт жимолости полученный аналогичным способом получения экстракта клюквы [9] с последующим ее высушиванием имеет сложную структуру со средним медианным размером 330 мкм. Для повышения качества готовых изделий предлагается накладывать разную динамическую нагрузку в процессе гранулирования [10]. Применение динамической нагрузки позволит получить структурированные гранулы из агломерированных частиц порошков, обеспечивая тем самым большую их диспергируемость, смачиваемость, сыпучесть, неслеживаемость и т.п.

1. Короткий, И.А. Сибирская ягода. Физико-химические основы технологий низкотемпературного консервирования: монография / И.А. Короткий. – Кемерово, 2007. – 146 с.
2. Попов, А.М. Анализ и синтез технологий гранулированных концентратов напитков/ А.М.Попов. – Кемерово, 2003. - 245 с.: ил. 41.
3. Дерней, Й. Производство быстрорастворимых продуктов / Й. Дерней. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1983. – 184 с.
4. Энциклопедический словарь медицинских терминов М. СЭ-1982-84, ПМП: БРЭ-94 г., ММЭ: МЭ.91-96 г.
5. Атлас ареалов и ресурсов лекарственных растений СССР. 1976. – 340 с.
6. Попов, А.М. Физико-химические основы технологий полидисперсных гранулированных продуктов питания. – Новосибирск: Сиб. унив. изд-во, 2002. – 324 с.: ил. 56.
7. Коузов, П.А. Основы анализа дисперсного состава промышленных пылей и измельченных материалов / П.А. Коузов. 3 – е изд. перераб. - Л.: Химия, 1983. – 143 с.
8. Popov, A.M. Application of wasteless and energy-saving technologies in production Granular kissel based on fruit raw material / A.M. Popov, I.O. Ermilova, K.B. Plotnikov. European Science and Technology [Text] : materials of the IX international research and practice conference, Munich, December 24th – 25th, 2014 / publishing office Vela VerlagWaldkraiburg – Munich – Germany, 2014 – 421 – 427 p.
9. Пат. № 2403808 Российская Федерация. МПК A23L 1/212(2006.01). Способ получения экстрактов / А.Ф. Сорокопуд, И.Б. Плотников, А.Н. Астафьева, В.В. Сорокопуд; заявитель и патентообладатель: Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования Кемеровский технологический институт пищевой промышленности.- № 2009122196/13; заявл. 09.06.2009; опубл. 20.11.2010 Бюл. № 32.
10. Пат. № 2159668 Российская Федерация. МПК7 В 01 J 2/14. Способ получения гранулированного материала / В.Н. Винокур, В.В. Гурин, С.В. Лушников, В.В. Тихонов; заявитель и патентообладатель ООО «Научно-техническое объединение «ПРИБОРСЕРВИС»». - № 99106882/12; заявл. 05.04.1999; опубл. 27.11.2000 Бюл. № 33.

Чахоян А.С., Клименко М.Ю.

Влияние надежности на долговечность эксплуатируемых зданий городской застройки

*ГОУ ВПО Южно-Российский государственный технический университет
(Новочеркасский политехнический институт)
(Россия, Новочеркасск)*

doi: 10.18411/lj-31-05-2017-17

idsp: 000001:lj-31-05-2017-17

Для проведения капитального и текущего ремонта, а также реконструкции зданий необходимы критерии, определяющие техническое состояние конструкций, на основании чего определяются возможности дальнейшего их использования, что связано с вопросами надежности. Расчетное обоснование критерия надежности зданий городской застройки требуют особого комплексного подхода к решению проблемы. В решении таких сложных задач стоят проблемы технических, экономических, экологических, социальных, эргономических и организационных мероприятий на всех этапах создания, функционирования конечной продукции строительства и уровнях управления, направленных на установление, обеспечение и поддержание необходимого уровня качества, осуществляемых с помощью систем контроля. Частые случаи аварий технических и инженерных систем урбанизированных территорий связаны со сроком их

службы, долговечностью строительных материалов, изменениями климатических условий, природных и антропогенных воздействий и т.п.[1].

Недостаточная надежность объекта строительства может возникнуть вследствие ошибок при проектировании, строительстве и эксплуатации. Наиболее часто, при проектировании возникают следующие проблемы: несоответствие принятой расчетной модели действительной работе конструкций из-за отсутствия или неполноты норм на проектирование, неясности расчетных схем и фактических условий работы и эксплуатации; данные о действующих нагрузках и воздействиях не обоснованы; сведения о свойствах и изменчивости материалов, конструкций и оснований, а также масштабный фактор представлены с высокой степенью погрешности; применение новых не апробированных типов конструкций; отсутствие расчета на сопротивляемость сооружения случайным воздействиям и повреждениям; сложные расчеты и конструирования проведены недостаточно полно по причине отсутствия времени.

Проблемы строительства возникают при следующих действиях: применение дефектных материалов; использование необычных или неапробированных методов возведения; плохого контроля за качеством строительства, неудовлетворительным взаимодействием проектировщиков и строителей; низкой, неквалифицированной производительности персонала; высоким темпом строительства с явно выраженным не качественным взаимодействием персонала.

Проблемы при проектировании и строительстве возникают в короткий временной период. Длительные же проблемы могут возникнуть при эксплуатации объекта. Вот основные из них: завышение проектных нагрузок; отступление от правил эксплуатации; использование объекта не по назначению; отсутствие контроля за состоянием здания или сооружения; эксплуатация здания или сооружения с не устраненными дефектами; снижение прочности конструкций во времени вследствие накопления повреждений: коррозии, выветривания, изменения грунтовых условий и т.п.

Определение надежности производят на основании анализа условий, влияющих на состояние технической системы, используя экспертные оценки, данные расчетных или натуральных обследований [2,3].

При оценке величин повреждений учитывают их максимальную величину, так как авария здания или сооружения обычно происходит в основном из-за наличия критического дефекта в отдельно взятой конструкции или элементе.



Рисунок 3 – Блок-схема влияния надежности на обрушение здания

Максимальная величина повреждений отдельных видов конструкций и приближенная стоимость ремонта по восстановлению первоначального качества определяется инженером на основании ведомости дефектов и ограничивается данными таблицы категорий технического состояния [3].

Авторами разработана программа по комплексному определению состояния здания, обоснование расчетных параметров, мероприятия по обеспечению надежности, учитывающие при этом человеческий фактор, что позволяет организациям, занимающимся данной проблемой получать необходимую оценку и продолжительность жизненного цикла зданий, а также дает возможность определения остаточной и полученной после ремонта (реконструкции) балансовой стоимости, позволяя сохранять или дополнять материальную базу города.

1. Кашарина Т.П. Оценка воздействия технической и инженерной систем городов на условия устойчивого водоснабжения / Т.П. Кашарина, М.Ю. Клименко, С.М. Мусаэлян. Вестник ВолгГасу. Сер. Стр-во и архит. -2011. –№25(44). –С. 64-71
2. Беллендир Е.Н., Вероятностные методы оценки надежности грунтовых гидротехнических сооружений/ Д.А.Ивашинцов, Д.В. Стефанишин, О.М.Финагенов, С.Г.Шульман. СПб.:Изд-во ОАО "ВНИИГ им. Б.Е.Веденева, 2003, Т.1-с.553
3. Скибин Г.М., Кашарина Т.П., Галашев Ю.В. Обследования, методы и способы технической диагностики и испытания строительных конструкций зданий и сооружений / Г.М. Скибин, Т.П. Кашарина, Ю.В. Галашев; Юж.-Рос. гос. техн. ун-т (НПИ). – Новочеркасск: ЮРГТУ (НПИ), 2012.-367 с.

Ярцев В.П., Репина Е.И., СоудиНебрас И. Ю.

Закономерности деформирования мелкозернистого бетона при длительном центральном сжатии

*Тамбовский государственный технический университет
(Россия, Тамбов)*

doi: 10.18411/lj-31-05-2017-18

idsp: 000001:lj-31-05-2017-18

Аннотация

С термоактивационных позиций исследованы закономерности деформирования мелкозернистых бетонов. Предложено уравнение для описания этих закономерностей. Определив величины констант этого уравнения можно прогнозировать деформативность бетонных конструкций в реальных условиях эксплуатации.

Ключевые слова: деформирование, центральное сжатие, графическое дифференцирование, кинетические кривые, эмпирические константы.

При работе изделий из бетона происходит их деформирование. Поэтому возникает необходимость в изучении механизма деформирования бетона при длительном сжатии.

Abstract

Regularities of deformation of fine-grained concrete are studied from thermally activated positions. An equation is proposed to describe these regularities. Having determined the values of the constants of this equation, it is possible to predict the deformability of concrete structures under real operating conditions.

Key words: deformation, central compression, graphical differentiation, kinetic curves, empirical constants.

Образцы изготавливали в виде кубиков с размерами 20x20x20 мм. Испытания проводили в режиме заданных постоянных напряжений и температур (в интервале от 18 до 2000С) по следующей методике. Образцы выдерживали на испытательном стенде [1] при заданной температуре в накладной термокамере в течение часа (термостатировали) и затем нагружали до определенной величины. Для проведения опытов при повышенных температурах использовали кольцевую печь и регулировали ее напряжение с помощью ЛАТРас точностью ± 10 С. Деформацию образца во времени фиксировали индикатором часового типа (ИЧ 10) с точностью 0,01 мм. В одинаковых условиях для получения одной точки испытывали 5-6 образцов. За конечный результат принимали их среднее арифметическое значение.

При длительном сжатии через определённые промежутки времени фиксировали деформацию образца. Испытания проводили при постоянных температурах и нагрузках. По результатам строили кинетические кривые (рис. 1), которые описываются уравнением вида Аррениуса [2]:

$$V = V_{m(\vartheta)} \exp \left[- \frac{U_{0(\vartheta)} - \gamma(\vartheta)\sigma}{RT} \left(1 - \frac{T}{T_{m(\vartheta)}} \right) \right] \quad (1)$$

где V – скорость деформирования, %/с; $V_{m(\vartheta)}$ – предельная скорость деформирования материала; $U_{0(\vartheta)}$ – начальная кажущаяся энергия активации процесса; $\gamma(\vartheta)$ – структурно – механический фактор; $T_{m(\vartheta)}$ – предельная температура существования материала, σ – нагрузка на образец, МПа; R – универсальная газовая постоянная, кДж/(моль \times К); T – температура, К.

Для определения констант уравнение (1) использовали графоаналитическое дифференцирование [3]. По кинетическим кривым строили зависимость скорости деформирования от величины деформации, рис. 1б.

Далее экстраполяцией линейных участков кривых скоростей деформации на ось ординат определяли начальные кажущиеся скорости V_0 , по величинам которых строили зависимость логарифма начальной скорости от обратной абсолютной температуры (рис. 1в).

Величину кажущейся энергии активации (рис. 1в) определяли по формуле

$$U = 2,3R \frac{\Delta(\lg v_0)}{\Delta(10^3 / T)} \quad (2)$$

и строили зависимость в координатах U – σ (рис. 1г), экстраполяцией которой на ось ординат определяли U_0 , а по тангенсу угла наклона этой прямой величину γ .

Для обработки экспериментальных результатов также использовали программу Graffdiff [4].

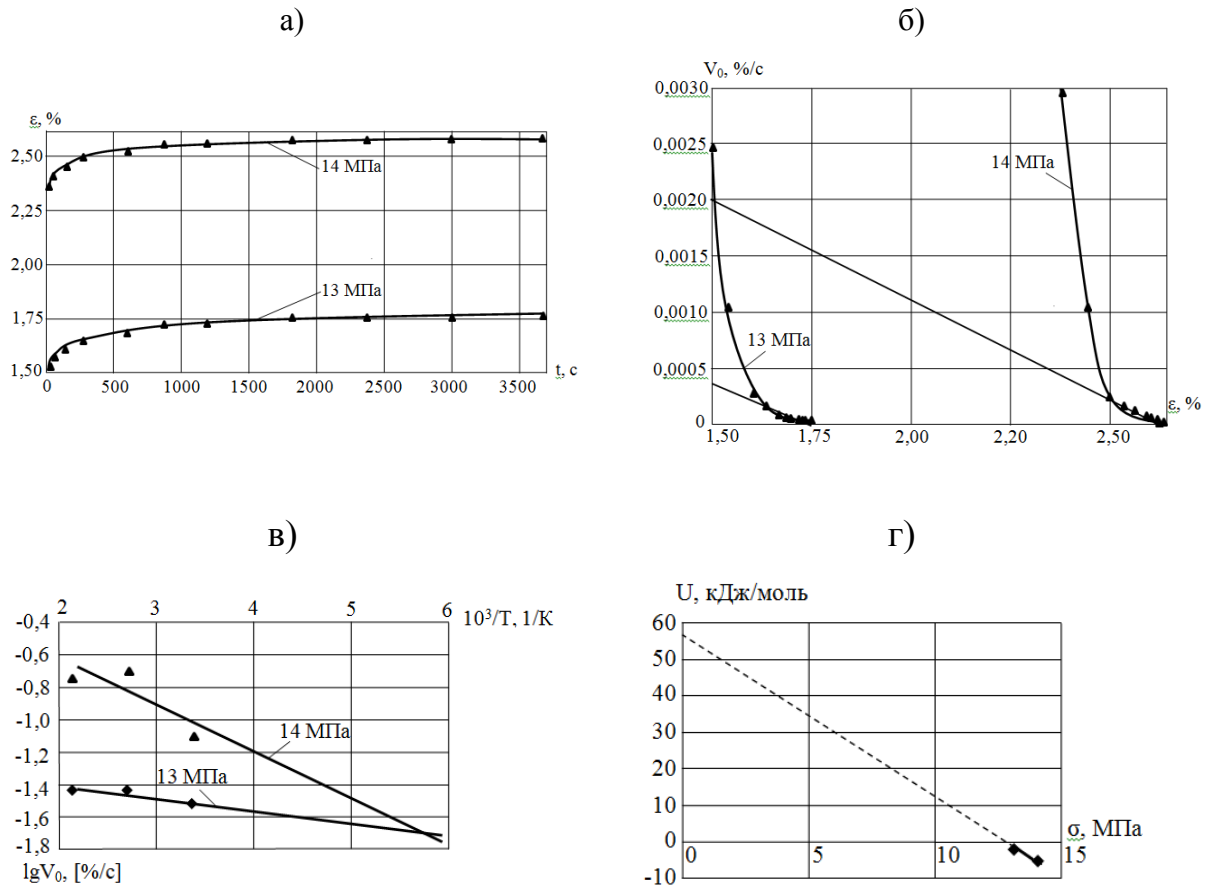


Рисунок 1. Зависимость а - относительной деформации от времени действия нагрузки при 100 С0; б - скорости деформирования от величины относительной деформации при 100 С0; в - логарифма скорости деформирования от обратной температуры; г - кажущейся энергии активации деформирования от напряжений; -бетона при центральном сжатии (В/Ц=0,5, Ц/П=1:3,5 и 33% стекла с размерами частиц 0,63 мм)

Величина эмпирических констант приведены в табл.1.

Таблица 1

Значения эмпирических констант при центральном сжатии для мелкозернистого бетона

Состав	U_0 , кДж/моль	T_m , К	$lg V_m$, [%/с]	γ , кДж/(моль×МПа)
В/Ц=0,3; Ц/П=1:3,5	-89,2	520,8	-2,7	-16,7
В/Ц=0,5; Ц/П=1:3,5	-60	266,7	-0,89	-5,9
В/Ц=0,5; Ц/П=1:3,5; 33% стекла 0,63 мм	56,3	178,6	-1,65	-4,4

Подставив их значения в уравнение (1) можно рассчитать скорость деформирования бетона.

Таким образом, исследовано деформационное поведение мелкозернистого бетона при сжатии в широком интервале нагрузок и температур. По кинетическим кривым деформирования определены эмпирические константы позволяющие прогнозировать скорость деформирования бетонных конструкций в реальных условиях эксплуатации.

1. Ярцев В.П. Прогнозирование работоспособности полимерных материалов в деталях и конструкциях зданий и сооружений. Учебное пособие, Тамбов: изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, Рекомендовано УМО РФ. 2001. 149 с.

2. Ярцев В.П., Андрианов К.А. Влияние величины деформации на физические константы, определяющие работоспособность пенополистирола при сжатии. Современные проблемы строительного материаловедения. Материалы седьмых академических чтений РААСН/ Белгород. Гос. техн. акад. Строит. мат.-Белгород, 2001.- Ч.1. –С. 642-645.
3. Мадорский С. Термическое разложение органических полимеров. Изд-во «Мир». М., 1967, 340 с.
4. Ярцев В.П., Санников Д.А. Применение метода графоаналитического дифференцирования для определения коэффициентов Аррениуса. Труды ТГТУ: Сборник научных статей молодых ученых и студентов. Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2003. Вып. 14. С.22-25.



Научное издание

Тенденции развития науки и образования

Сборник научных трудов, по материалам
XXVI международной научно-практической конференции
31 мая 2017 г.
Часть 1



SPLN 001-000001-0143-LJ

Подписано в печать 07.06.2017. Тираж 400 экз.
Формат.60x84 1/16. Объем уч.-изд. л.2.99
Бумага офсетная. Печать оперативная.
Отпечатано в типографии НИЦ «Л-Журнал»
Главный редактор: Иванов Владислав Вячеславович