Механика

УДК 539.1

К ИССЛЕДОВАНИЮ КРАЕВЫХ ЗАДАЧ СЕЙСМОЛОГИИ[1]

В. А. Бабешко[2], ***О. М. Бабешко***[3]

TO THE STUDY OF BOUNDARY-VALUE PROBLEMS IN SEISMOLOGY

Babeshko V. A., Babeshko O. M.

The work states a problem aimed to identify the zones of stress build-up in the lithosphere plates. The approach is based on carrying out detailed research of the lithosphere plate structure using vibroseismic equipment and the subsequent solution of continuum mechanics problems dealing with stress build-up. To obtain the required data, special mathematical tools have been developed.

Известно, что исследование сейсмических событий включает в себя изучение процесса нарастания сейсмичности, процесса разрядки упругой энергии, сопровождающейся разрушением литосферных плит, и результата последействия землетрясения — исследования разломов и деформаций, которые при этом образовались [1–5].

Вопросам исследования процесса разрушения литосферных плит, развития очагов землетрясений, а также их последствий уделено значительное внимание. В то же время крайне мало работ посвящено изучению процесса подготовки землетрясения.

1. Сложность строения литосферных плит и многофакторность внешних воздействий явились причинами отсутствия строго установленных факторов, являющихся наиболее ответственными за нарастание сейсмической напряжённости литосферных плит. Понятно лишь одно — землетрясение — это разрушение литосферной плиты, происходящее с высвобождением упругой энергии, накопившейся в литосферной плите за счёт внешних воздействий. Можно назвать несколько сценариев разрушения литосферных плит. В одних случаях места разрушения расположены в зонах наибольшей концентрации напряжений. Если зона без неоднородностей, то процессы разрушения происходят при максимальных касательных напряжениях. При наличии разломов разрушения проявляются в вершинах трещин, включений или иных структур сложного строения, состоящих из совокупностей неоднородностей (вирусов вибропрочности). Могут иметь место упруго-пластические разрушения при наличии больших нелинейных деформаций.

Наряду с разрушением литосферных плит по причине превышения предельных значений концентрации напряжений, в основном в зонах разломов, нельзя исключать разрушение их в связи с потерей устойчивости как нелинейных протяженных оболочек сложного строения за счет выпучивания или иных движений, в том числе крутильного характера, но уже при сравнительно меньших напряжениях, чем при разрушении твердого тела. Возможны другие процессы, вызывающие разрушение литосферных плит, возникающие при

[1]Работа выполнена при поддержке РФФИ (03-01-00694), РФФИ р2003юг (03-01-96537, 03-01-96527, 03-01-96519, 03-01-96587), ФЦП «Интеграция» (Б0121), гранта Президента РФ (НШ-2107.2003), программ отделения ЭММПУ и Президиума РАН, выполняемых Южным научным центром РАН.

[2]Бабешко Владимир Андреевич, академик РАН, д-р физ.-мат. наук, директор НИИ проблем механики и геоэкологии.

[3]Бабешко Ольга Мефодиевна, канд. хим. наук, заведующая отделом Государственного научно-исследовательского центра прогнозирования и предупреждения геоэкологических и техногенных катастроф при Кубанском государственном университете.

одновременном, синхронном воздействии на плиту нескольких физико-механических и химических факторов в моменты подходящего стечения обстоятельств, даже если эти факторы не велики порознь.

Таким образом, при любых подходах, направленных на решение проблемы прогноза мест подготовки землетрясений, обязательно возникает вопрос исследования напряженно-деформированного состояния литосферой плиты как сложного деформируемого тела.

Вышеперечисленное показывает, что проблема оценки сейсмичности в теоретической части соприкасается практически со всеми разделами современной механики, прикладной математики, термодинамики, физики твердого тела, геофизики. Но для успешного их применения в проблеме оценки сейсмичности и проведения с их помощью многофакторного анализа, многие задачи и методы из числа перечисленных направлений нуждаются в доработке.

Таким образом, специфика проблемы состоит в том, что в описанных задачах сейсмичности переплетаются многие факторы, влияющие на прочность и разрушение литосферных плит, такие как сложная геометрия тел с неоднородностями, в том числе разной размерности и гладкости, сложное физико-механическое строение тел, совместное влияние различных полей, воздействующих на внутренние и внешние зоны твердых тел, составляющих плиту.

Нужно добавить, что задача ставится в условиях достаточно большой неопределенности. Если влияние вращения Земли вокруг оси, гравитационное поле достаточно определенное, то факторы, связанные с малыми движениями плит, воздействие на нижнее основание на границе Мохоровичича оказываются неизвестными.

Описанная сложная картина в исследовании литосферных плит поначалу может показаться исключающей возможность решения проблемы.

Однако созданные в настоящее время технологии и аппаратура позволяют получать ряд важных данных геогфизического характера, необходимых для постановок и исследований описанных задач.

На территории Краснодарского края комплексом рассредоточенных специальных скважин и созданной для этих целей аппаратурой фиксируются параметры, позволяющие выявить ежедневное вертикальное движение различных участков поверхности Земли, найдены корреляции с другими внешними воздействиями. Совместными усилиями ученых Кубанского и Теннесси (США) университетов, нефтяных компаний Тенгаско (США) и Роснефть-Термнефть при Кубанском государственном университете создан исследовательский геофизический полигон. На нем сосредоточены самые мощные в настоящее время стационарные отечественные (100 тонн) и американские передвижные (17 и 30 тонн) современные вибросейсмоисточники и средства приема и обработки геофизической информации, сейсмографы N-48 компании “Geometrics”. С их помощью оказывается возможным получать ряд данных, необходимых для корректных постановок математических задач.

По мере углубления в анализ состояния и динамики литосферных плит как механических объектов, становилось ясно, что необходим специально приспособленный для исследований в этой области математический аппарат. Многие задачи механики для неоднородных упругих сред с трещинами и разрезами оказывались как по постановке, так и по результатам далекими от реальности, даже приближенной.

В частности, практически не рассматривались задачи для совокупностей трещин и включений. Было очевидно, что прочность и разрушение литосферных плит, как и любых объектов сплошной среды, зависят от типов неоднородностей — трещин, включений, геометрических параметров дефектов и их взаимного расположения.

При изучении этих вопросов появилась теория «вирусов вибропрочности», справедливо названная так из-за скрытости совокупностей неоднородностей (названных вирусами) в одних условиях и их разрушительного воздействия на механический объект — в других [6].

Учет блочных объектов, неоднородностей той же размерности, что и плита привел к необходимости разработки методов исследования задач прочности с такой направленностью, чтобы учитывалось бы совместное, комплексное влияние как физических, так и геометрических характеристик поставленных задач. Протяженность, неограниченность литосферных плит с рельефными поверхностями делает неэффективными применение тради-

ционных для таких задач численных методов. Поэтому был развит метод исследования краевых задач, использующий топологический подход, приведший к применению методов интегральной геометрии, теории функций многих переменных, многомерных вычетов, факторизации [6–11]. Новая проблема возникла при изучении воздействия на литосферную плиту большого количества отмеченных выше внешних факторов. Это приводило к краевым задачам для больших систем дифференциальных уравнений в частных производных. Для преодоления этой проблемы удалось построить формулы факторизации основных типов полных мероморфных матриц-функций, формализовав эту процедуру до возможностей расчета на компьютере, а в ряде случаев и аналитического исследования, чего не удавалось сделать раньше [12–17]. Ниже показано, каким образом указанные результаты освобождают исследователя от непростой работы по изучению собственных векторов большой λ-матрицы с многочисленными параметрами при исследовании больших систем дифференциальных уравнений в частных производных с постоянными коэффициентами.

Далее излагается один подход к решению этой проблемы.

2. В дальнейшем понадобится понятие двойной факторизации, которая вводится ниже. Будем рассматривать конечные матрицы-функции с элементами, являющимися целыми функциями переменных α_k, $k = 1, 2, 3$, и определителем, отличным от тождественного нуля с корнями z_{s+}, z_{s-}, $s = 1, 2, \ldots$, $z_{s+} \in \lambda_+$, $z_{s-} \in \lambda_-$.

Здесь $\lambda_\pm$ — заданные односвязные области в плоскости комплексного переменного α_3, имеющие общую границу [11]. В данном случае это верхняя и нижняя полуплоскости соответственно.

Обозначим через $\mathbf{K}_\ell(\alpha_3)$ и $\mathbf{K}_r(\alpha_3)$ матрицы-функции с элементами, являющимися целыми функциями переменного α_3 в объединении $\lambda_+ \cup \lambda_-$ с не обращающимися в нуль и не зависящими от α_3 определителями.

В случае $n = 1$ такие матрицы-функции имеют постоянные определители, а при $n = 3$ определители могут зависеть от α_k, $k = 1, 2$.

Обозначим через $\mathbf{K}(\alpha_3, +), \mathbf{K}(\alpha_3, -)$ матрицы-функции, которые имеют в качестве элементов целые функции, определители которых как функции переменного α_3 не обращаются в нуль в областях λ_+ и λ_- соответственно.

Определение 1. Двойной факторизацией матрицы-функции $\mathbf{K}(\alpha_3)$ относительно областей λ_+ и λ_- (или, что то же самое, границы областей) назовем ее представление в виде произведений

$$\mathbf{K}(\alpha_3) = \mathbf{K}_\ell(\alpha_3)\mathbf{K}(\alpha_3\pm)\mathbf{K}(\alpha_3, \mp), \qquad (1)$$

$$\mathbf{K}(\alpha_3) = \mathbf{K}(\alpha_3\pm)\mathbf{K}(\alpha_3\mp)\mathbf{K}_r(\alpha_3). \qquad (2)$$

Формула (1), рассматриваемая для верхних этажных знаков, называется двойной левой левосторонней факторизацией. Для нижних знаков — двойной левой правосторонней. Формула (2) для верхних знаков называется двойной правой левосторонней, а для нижних — двойной правой правосторонней факторизацией. Из определения следует, что появляются новые матрицы-функции: $\mathbf{K}_l$, расположенная слева в формулах левой факторизации и $\mathbf{K}_r$, расположенная справа в правой факторизации. Расположение справа или слева этих матриц в формулах двойной факторизации определяет присваиваемые им индексы.

Двойная факторизация введена таким образом, чтобы сохранить ранее принятые обозначения и определения правосторонней и левосторонней факторизаций [12–17], дополнив новыми определениями — правой и левой факторизациями.

Обозначим через $\mathbf{K}_{\ell 0}(\alpha_3)$ и $\mathbf{K}_{r0}(\alpha_3)$ матрицы-функции, элементами которых являются целые функции, определители которых с точностью до множителя, не зависящего от α_3, совпадают с определителями матрицы-функции $\mathbf{K}(\alpha_3)$.

Определение 2. Левой и правой предварительной факторизацией называется представление матрицы-функции $\mathbf{K}(\alpha_3)$ в виде

$$\mathbf{K}(\alpha_3) = \mathbf{K}_\ell(\alpha_3)\mathbf{K}_{\ell 0}(\alpha_3), \qquad (3)$$

$$\mathbf{K}(\alpha_3) = \mathbf{K}_{r0}(\alpha_3)\mathbf{K}_r(\alpha_3). \qquad (4)$$

Осуществление указанных в определениях факторизаций достигается применением формул факторизации матриц-функций, введенных в [11].

Пусть матрица-функция $\mathbf{K}(\alpha_3)$ удовлетворяет условиям теоремы 1 работы [11]. Тогда представление (3) с соблюдением принятых в [11] обозначений дается формулами

$$\mathbf{K}_{l0} = \mathbf{P}_m, \quad \mathbf{K}_l = \mathbf{K}\mathbf{P}_m^{-1},$$

$$R_{pm}(\alpha_3) =$$

$$= \frac{1}{2\pi i}\int\limits_{\Gamma}\sum_{s=1}^{N}{}' \frac{D_{ps}(m,u_3)K_{sm}(u_3)\,du_3}{D_m(u_3)\Phi_{m-}(u_3)(u_3-\alpha_3)}, \quad (5)$$

$$p = 1,2,\ldots,m-1,m+1,\ldots,N,$$

$$\alpha_3 \in \lambda_- \cup \lambda_+, \quad \Phi_{m-} \equiv \det \mathbf{K}.$$

Таким образом, формула (5) позволяет осуществить левую предварительную факторизацию. Для осуществления правой предварительной факторизации необходимо перейти к сопряженной матрице-функции $\mathrm{K}^*(\alpha_3)$, где звездочкой «*» обозначен переход к сопряженным матрицам.

Пусть матрица-функция $\mathrm{K}^*(\alpha_3)$ удовлетворяет условиям теоремы 1 работы [11], тогда представление (4) дается формулами (5), построенными для $\mathrm{K}^*(\alpha_3)$.

На основании леммы [11], с учетом обозначений этой работы, имеем

$$\mathbf{K}_{r0} = \mathbf{P}_m^*, \quad \mathbf{K}_r = \mathbf{P}_m^{*-1}\mathbf{K}.$$

3. Принимая во внимание, что в каждой введенной локальной системе координат x^ν область Ω остается в полупространстве $x_3^\nu \leqslant 0$, применим к матрице-функции $\mathbf{K}(\alpha_3^\nu)$ двойную факторизацию — правую левостороннюю и представим матрицу-функцию в виде (верхний этаж знаков в формуле (2))

$$\mathbf{K}(\alpha_3^\nu) = \mathbf{K}(\alpha_3^\nu,+)\mathbf{K}(\alpha_3^\nu,-)\mathbf{K}_r(\alpha_3^\nu). \quad (6)$$

Для проведения факторизации (6) вначале осуществим правую предварительную факторизацию вида (4).

Допустим, определитель $D_m(u)$ в формуле (5) не обращается в нуль на множестве $z_{s\pm}^\nu$ нулей определителя матрицы-функции $\mathbf{K}(\alpha_3^\nu)$. Тогда для осуществления правой предварительной факторизации возьмем матрицу-функцию $\mathbf{K}^*(\alpha_3^\nu)$ и применим к ней формулы факторизации (5), приняв в качестве $\Phi_{m-}(\alpha_3^\nu)$ функцию

$$\Phi_{m-}(\alpha_3^\nu) = \det \mathbf{K}(\alpha_3^\nu).$$

Построив матрицы-функции, имеющие в работе [11] обозначение $\mathbf{K}_+$ и $\mathbf{P}_-$, найдем матрицы-функции $\mathbf{K}_r(\alpha_3^\nu)$ и $\mathbf{K}_{r0}(\alpha_3^\nu)$, положив

$$\mathbf{K}_r(\alpha_3^\nu) = \mathbf{K}_+^*(\alpha_3^\nu), \quad \mathbf{K}_{r0}(\alpha_3^\nu) = \mathbf{P}_-^*(\alpha_3^\nu).$$

Теперь для построения правой левосторонней факторизации осуществим факторизацию матрицы-функции $\mathbf{K}_{r0}(\alpha_3^\nu)$ в виде

$$\mathbf{K}_{ro}\,(\alpha_3^\nu) = \mathbf{K}_{r0}\,(\alpha_3^\nu+)\,\mathbf{K}_{ro}\,(\alpha_3^\nu-)\,.$$

Опуская детали, связанные с применением установленных выше формул, получаем следующее представление матриц-функций порядка N

$$\mathbf{K}(\alpha_3^\nu,+) = \begin{Vmatrix} 1 & & & & & & 0 \\ & 1 & & & & & \\ & & \ddots & & & & \\ & & & a_{mm} & & & \\ & & & & \ddots & & \\ 0 & & & & & & 1 \end{Vmatrix},$$

$$a_{mm} = \prod_s (\alpha_3^\nu - z_{s-}^\nu),$$

$$\mathbf{K}(\alpha_3^\nu,-) = \begin{Vmatrix} 1 & & & & & & 0 \\ & 1 & & & & & \\ & & \ddots & & & & \\ b_{m1} & b_{m2} & \ldots & b_{mm} & \ldots & b_{mN} & \\ & & & & \ddots & & \\ 0 & & & & & & 1 \end{Vmatrix},$$

$$b_{mk} = B_{mk}\prod_s (\alpha_3^\nu - z_{s+}^\nu),$$

Матрица-функция $\mathbf{K}(\alpha_3^\nu,+)$ — диагональная, с отличным от единицы элементом a_{mm} в строке под номером m. Матрица-функция $\mathbf{K}(\alpha_3^\nu,-)$ имеет отличными от нуля элементы на диагонали (единицы, кроме b_{mm}), а также элементы, стоящие в строке под номером m (не зависящие от α_3^ν функции b_{mk}). В произведениях нули повторяются столько раз, какова их кратность. Полученные формулы применимы для построения решения системы дифференциальных уравнений краевой задачи.

4. Рассмотрим краевую задачу для системы дифференциальных уравнений в частных производных с постоянными коэффициентами в ограниченной области Ω с кусочно-гладкой границей $\partial\Omega$. Считаем, что область выпуклая односвязная.

Введением новых неизвестных краевую задачу можно привести к системе дифференциальных уравнений в частных производных первого порядка с постоянными коэффициен-

тами в форме

$$\sum_{m=1}^{N}\sum_{p=1}^{3}(\alpha_{nmp}\frac{\partial}{\partial x_p}+\alpha_{nm})\varphi_m(\mathbf{x})=g_n(\mathbf{x}),\quad \mathbf{x}\in\Omega, \tag{7}$$

$$\varphi=\{\varphi_m\},\quad \varphi(\mathbf{x})=\varphi(x_1,x_2,x_3),$$
$$\mathbf{x}=\{x_1,x_2,x_3\},\quad n=1,2,\ldots,N.$$

В процессе преобразований число дифференциальных уравнений системы и граничных условий увеличится. После замены производных новыми неизвестными граничные условия примут вид

$$\sum_{m=1}^{\mathrm{N}} b_{sm}\varphi_m(\mathbf{x})=g_{0,s}(\mathbf{x}),\quad \mathbf{x}\in\partial\Omega,$$

$$\mathbf{g}=\{g_n\},\quad \mathbf{g}_0=\{g_{0,n}\},$$
$$s=1,2,\ldots,M,\quad M\leqslant N.$$

Однако первые производные также могут входить в граничные условия. Исследование, проводимое ниже, остается в силе и для этого случая.

Решение $\boldsymbol{\varphi}=\{\varphi_m\}$ и заданные функции считаем принадлежащими некоторым пространствам $\mathbf{H}_p$, введенным в [7–10]. Обозначения, принятые в этих работах, используются далее.

Не повторяя преобразований, изложенных в [7–10], приведем один результат исследования этой системы с применением двойной факторизации.

Систему (7) можно приемами, проведенными в [10], записать в виде

$$\mathbf{K}(\alpha^\nu)\boldsymbol{\Phi}(\alpha^\nu)=-\mathbf{G}(\alpha^\nu)+\iint\limits_{\partial\Omega}\boldsymbol{\omega}.$$

Оставив α_k^ν, $k=1,2$ на вещественной оси, исследуем нули определителя матрицы-функции $\mathbf{K}(\alpha^\nu)$, т.е. решим уравнения

$$\det\mathbf{K}(\alpha^\nu)=0$$

относительно $\alpha_3^\nu=\alpha_3^\nu(\alpha_1^\nu,\alpha_2^\nu)$ для каждого ν. Учитывая, что определитель является целой функцией параметра α_3^ν, допускаем, что он имеет нули

$$z_{s+},z_{s-},s=1,2,\ldots,\quad z_{s+}\in\lambda_+,z_{s-}\in\lambda_-,$$

зависящие от $\alpha_1^\nu,\alpha_2^\nu$. Здесь приняты обозначения векторов $\mathbf{x}^\nu$ для координатных систем, порождаемых на $\partial\Omega$ касательным расслоением и связанных с этой системой координат параметров преобразований Фурье α^ν.

В предположении однократности нулей z_{s+}, z_{s-}, $s=1,2,\ldots$ рассматриваемая краевая задача эквивалентна системе двумерных псевдодифференциальных уравнений вида

$$\lim_{\alpha_3^\nu\to z_{s-}^\nu}\mathbf{K}^{-1}(\alpha_3^\nu,+)\times$$
$$\times\left[-\mathbf{G}(\alpha_3^\nu)+\iint\limits_{\partial\Omega}\boldsymbol{\omega}\right](\alpha_3^\nu-z_{s-}^\nu)=0.$$

При этом общее решение краевой задачи представимо в виде

$$\varphi(x^\nu)=\frac{1}{4\pi^2}\iint\limits_{-\infty}^{\infty}\sum_s e^{-i(\alpha_1^\nu x_1^\nu+\alpha_2^\nu x_2^\nu)}\times$$
$$\times\mathbf{T}(\alpha_1^\nu,\alpha_2^\nu,z_{s+}^\nu)\mathbf{K}_r^{-1}(i\frac{\partial}{\partial x_3^\nu})e^{-iz_{s+}^\nu x_3^\nu}\,d\alpha_1^\nu\,d\alpha_2^\nu,$$

$$\mathbf{T}(\alpha_1^\nu,\alpha_2^\nu,z_{s+}^\nu)=2\pi i\lim_{\alpha_3^\nu\to z_{s+}^\nu}\mathbf{K}^{-1}(\alpha_3^\nu,-)\times$$
$$\times\left[-\mathbf{G}(\alpha_3^\nu)+\iint\limits_{\partial\Omega}\boldsymbol{\omega}\right](\alpha_3^\nu-z_{s+}^\nu).$$

В случае кратных нулей для вычетов берутся соответствующие формулы.

Заметим, что нахождение вычетов производится при наличии выделенных в явном виде полюсов элементов, расположенных лишь на одной строке матриц-функций.

Расположение вне интегралов матрицы-функции $\mathbf{K}_r^{-1}$ с элементами в виде дифференциальных форм по параметру x_3^ν облегчает вычисление несобственных интегралов повышением порядка убывания подынтегральных функций. Осуществление процедуры дифференцирования при действии матрицы-функции $\mathbf{K}_r^{-1}$ на экспоненту позволяет находить и устранять обобщенные функции типа δ-функций и их производных, появляющиеся на границе $\partial\Omega$ в методе факторизации при вычислении компонент вектора φ. Тем самым строится классическое решение поставленных краевых задач.

Обобщенная факторизация [8] позволяет перенести эти результаты на произвольные,

не обязательно выпуклые и односвязные области.

Литература

1. *Костров Б. В.* Механика очага тектонического землетрясения. М.: Наука, 1975. 174 с.
2. *Назаров А. Г., Дарбинян С. С.* Основы количественного определения интенсивности сильных землетрясений. Ереван: Изд. АН АрмССР, 1974. 286 с.
3. *Райс Дж.* Механика очага землетрясения. М.: Мир, 1982. 217 с.
4. *Саваренский Е. Ф., Кирнос Д. П.* Элементы сейсмологии и сейсмометрии. М.: Наука, 1955. 543 с.
5. *Чернов Ю. К.* Сильные движения грунта и количественная оценка сейсмической опасности территорий. Ташкент: ФАН АН УзбССР, 1989. 296 с.
6. *Бабешко В. А., Бабешко О. М.* Метод факторизации в краевых задачах в неограниченных областях // ДАН. Т. 392. № 6. 2003. С. 767–770.
7. *Бабешко В. А., Бабешко О. М.* Метод факторизации решения некоторых краевых задач // ДАН. 2003. Т. 389. № 2. С. 184–188.
8. *Бабешко В. А., Бабешко О. М.* Обобщенная факторизация в краевых задачах в многосвязных областях // ДАН. Т. 392. № 2. 2003. С. 163–167.
9. *Бабешко В. А., Бабешко О. М.* Метод факторизации в теории вирусов вибропрочности // ДАН. Т. 393. № 4. 2003. С. 473–477.
10. *Бабешко В. А., Бабешко О. М.* О методе факторизации в краевых задачах для сплошных сред // ДАН. Т. 399. № 3. 2004. С. 63–68.
11. *Бабешко В. А., Бабешко О. М.* Формулы факторизации некоторых мероморфных матриц-функций // ДАН. Т. 399. № 1. 2004. С. 163–167.
12. *Гохберг И. Ц., Крейн М. Г.* Системы интегральных уравнений на полупрямой, зависящие от разности аргументов // УМН. 1958. Т. 13. Вып. 2. С. 3–72.
13. *Векуа Н. П.* Системы сингулярных интегральных уравнений. М.: Наука, 1970. 379 с.
14. *Гахов Ф. Д.* Краевые задачи. М.: Наука, 1977. 640 с.
15. *Литвинчук Г. С., Спитковский И. М.* Факторизация матриц-функций. Деп. в ВИНИТИ, № 2410-84. Ч. 1. 250 с., Ч. 2. 212 с.
16. *Ворович И. И., Бабешко В. А.* Динамические смешанные задачи теории упругости для неклассических областей. М.: Наука, 1979. 320 с.
17. *Rawlins A.D., Williams W.E.* Matrix Wiener-Hopf factorization. Quart. J. Mech. and Appl. Math. 1981. Vol. 34. № 1. P. 1–8.

Статья поступила 9 сентября 2004 г.
Кубанский государственный университет
© Бабешко В. А., Бабешко О. М., 2004