

ISSN 2224-5227

2016 • 1

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ  
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ АКАДЕМИЯСЫНЫҢ  
**БАЯНДАМАЛАРЫ**

**ДОКЛАДЫ**

НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК  
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

**REPORTS**

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES  
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

ЖУРНАЛ 1944 ЖЫЛДАН ШЫҒА БАСТАҒАН  
ЖУРНАЛ ИЗДАЕТСЯ С 1944 г.  
PUBLISHED SINCE 1944



Бас редактор  
ҚР ҰҒА академигі **М.Ж. Жұрынов**

Редакция алқасы:

хим.ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Әдекенов С.М.** (бас редактордың орынбасары), эк.ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Әділов Ж.М.**, мед. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Арзықұлов Ж.А.**, техн. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Бишімбаев У.К.**, а.-ш.ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Есполов Т.И.**, техн. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Мұтанов Г.М.**, физ.-мат.ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Өтелбаев М.О.**, пед. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Пралиев С.Ж.**, геогр.ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Северский И.В.**; тарих.ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Сыдықов Е.Б.**, физ.-мат.ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Тәкібаев Н.Ж.**, физ.-мат.ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Харин С.Н.**, тарих ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Әбүсейітова М.Х.**, экон. ғ. докторы, проф., ҰҒА корр. мүшесі **Бейсембетов И.К.**, биол. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Жамбакин К.Ж.**, тарих ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Кәрібаев Б.Б.**, мед. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Локшин В.Н.**, геол.-мин. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Өмірсеріков М.Ш.**, физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Рамазанов Т.С.**, физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Садыбеков М.А.**, хим.ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Сатаев М.И.**; ҚР ҰҒА құрметті мүшесі, а.-ш.ғ. докторы, проф. **Омбаев А.М.**

Редакция кеңесі:

Украинаның ҰҒА академигі **Гончарук В.В.** (Украина), Украинаның ҰҒА академигі **Неклюдов И.М.** (Украина), Беларусь Республикасының ҰҒА академигі **Гордиенко А.И.** (Беларусь), Молдова Республикасының ҰҒА академигі **Дука Г.** (Молдова), Тәжікстан Республикасының ҰҒА академигі **Илолов М.И.** (Тәжікстан), Қырғыз Республикасының ҰҒА академигі **Эркебаев А.Э.** (Қырғызстан), Ресей ҒА корр. мүшесі **Величкин В.И.** (Ресей Федерациясы); хим.ғ. докторы, профессор **Марек Сикорски** (Польша), тех.ғ. докторы, профессор **Потапов В.А.** (Украина), биол.ғ. докторы, профессор **Харун Парлар** (Германия), профессор **Гао Энджун** (КХР), филос. ғ. докторы, профессор **Стефано Перни** (Ұлыбритания), ғ. докторы, профессор **Богуслава Леска** (Польша), философия ғ. докторы, профессор **Полина Прокопович** (Ұлыбритания), профессор **Вуйцик Вольдемар** (Польша), профессор **Нур Изура Удзир** (Малайзия), д.х.н., профессор **Нараев В.Н.** (Ресей Федерациясы)

Главный редактор  
академик НАН РК **М.Ж. Журинов**

Редакционная коллегия:

доктор хим. наук, проф., академик НАН РК **С.М. Адекенов** (заместитель главного редактора), доктор экон. наук, проф., академик НАН РК **Ж.М. Адилов**, доктор мед. наук, проф., академик НАН РК **Ж.А. Арзыкулов**, доктор техн. наук, проф., академик НАН РК **В.К. Бишимбаев**, доктор сельскохозяйств. наук, проф., академик НАН РК **Т.И. Есполов**, доктор техн. наук, проф., академик НАН РК **Г.М. Мутанов**, доктор физ.-мат. наук, проф., академик НАН РК **М.О. Отелбаев**, доктор пед. наук, проф., академик НАН РК **С.Ж. Пралиев**, доктор геогр. наук, проф., академик НАН РК **И.В. Северский**; доктор ист. наук, проф., академик НАН РК **Е.Б. Сыдыков**, доктор физ.-мат. наук, проф., академик НАН РК **Н.Ж. Такибаев**, доктор физ.-мат. наук, проф., академик НАН РК **С.Н. Харин**, доктор ист. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **М.Х. Абусеитова**, доктор экон. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **И.К. Бейсембетов**, доктор биол. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **К.Ж. Жамбакин**, доктор ист. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Б.Б. Карибаев**, доктор мед. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **В.Н. Локшин**, доктор геол.-мин. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **М.Ш. Омирсериков**, доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Т.С. Рамазанов**, доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **М.А. Садыбеков**, доктор хим. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **М.И. Сатаев**; почетный член НАН РК, доктор сельскохозяйств. наук, проф., **А.М. Омбаев**

Редакционный совет:

академик НАН Украины **Гончарук В.В.** (Украина), академик НАН Украины **И.М. Неклюдов** (Украина), академик НАН Республики Беларусь **А.И.Гордиенко** (Беларусь), академик НАН Республики Молдова **Г. Дука** (Молдова), академик НАН Республики Таджикистан **М.И. Илолов** (Таджикистан), член-корреспондент РАН **Величкин В.И.** (Россия); академик НАН Кыргызской Республики **А.Э. Эркебаев** (Кыргызстан), д.х.н., профессор **Марек Сикорски** (Польша), д.т.н., профессор **В.А. Потапов** (Украина), д.б.н., профессор **Харун Парлар** (Германия), профессор **Гао Энджун** (КНР), доктор философии, профессор **Стефано Перни** (Великобритания), доктор наук, профессор **Богуслава Леска** (Польша), доктор философии, профессор **Полина Прокопович** (Великобритания), профессор **Вуйцик Вольдемар** (Польша), профессор **Нур Изура Удзир** (Малайзия), д.х.н., профессор **В.Н. Нараев** (Россия)

«Доклады Национальной академии наук Республики Казахстан» ISSN 2224-5227

Собственник: Республиканское общественное объединение «Национальная академия наук Республики Казахстан» (г. Алматы)

Свидетельство о постановке на учет периодического печатного издания в Комитете информации и архивов Министерства культуры и информации Республики Казахстан №5540-Ж, выданное 01.06.2006 г.

Периодичность: 6 раз в год. Тираж: 2000 экземпляров

Адрес редакции: 050010, г.Алматы, ул.Шевченко, 28, ком.218-220, тел. 272-13-19, 272-13-18

<http://nauka-nanrk.kz>, [reports-science.kz](http://reports-science.kz)

Адрес типографии: ИП «Аруна», г.Алматы, ул.Муратбаева, 75

©Национальная академия наук Республики Казахстан, 2016 г.

E d i t o r i n c h i e f

**M.Zh. Zhurinov**, academician of NAS RK

Editorial board:

**S.M. Adekenov** (deputy editor in chief), Doctor of Chemistry, prof., academician of NAS RK; **Zh.M. Adilov**, Doctor of Economics, prof., academician of NAS RK; **Zh.A. Arzykulov**, Doctor of Medicine, prof., academician of NAS RK; **V.K. Bishimbayev**, Doctor of Engineering, prof., academician of NAS RK; **T.I. Yespolov**, Doctor of Agriculture, prof., academician of NAS RK; **G.M. Mutanov**, Doctor of Physics and Mathematics, prof., academician of NAS RK; **M.O. Otelbayev**, Doctor of Physics and Mathematics, prof., academician of NAS RK; **S.Zh. Praliyev**, Doctor of Education, prof., academician of NAS RK; **I.V. Seversky**, Doctor of Geography, prof., academician of NAS RK; **Ye.B. Sydykov**, Doctor of Historical Sciences, prof., academician of NAS RK; **N.Zh. Takibayev**, Doctor of Physics and Mathematics, prof., academician of NAS RK; **S.N. Kharin**, Doctor of Physics and Mathematics, prof., academician of NAS RK; **M.Kh. Abuseitova**, Doctor of Historical Sciences, prof., corr. member of NAS RK; **I.K. Beisembetov**, Doctor of Economics, prof., corr. member of NAS RK; **K.Zh. Zhambakin**, Doctor of Biological Sciences, prof., corr. member of NAS RK; **B.B. Karibayev**, Doctor of Historical Sciences, prof., corr. member of NAS RK; **V.N. Lokshin**, Doctor of Medicine, prof., corr. member of NAS RK; **M.Sh. Omirserikov**, Doctor of Geology and Mineralogy, prof., corr. member of NAS RK; **T.S. Ramazanov**, Doctor of Physics and Mathematics, prof., corr. member of NAS RK; **M.A. Sadybekov**, Doctor of Physics and Mathematics, prof., corr. member of NAS RK; **M.I. Satayev**, Doctor of Chemistry, prof., corr. member of NAS RK; **A.M. Ombayev**, Honorary Member of NAS RK, Doctor of Agriculture, prof.

Editorial staff:

**V.V. Goncharuk**, NAS Ukraine academician (Ukraine); **I.M. Neklyudov**, NAS Ukraine academician (Ukraine); **A.I. Gordienko**, NAS RB academician (Belarus); **G. Duca**, NAS Moldova academician (Moldova); **M.I. Iolov**, NAS Tajikistan academician (Tajikistan); **A.E. Erkebayev**, NAS Kyrgyzstan academician (Kyrgyzstan); **V.I. Velichkin**, RAS corr.member (Russia); **Marek Sikorski**, Doctor of Chemistry, prof. (Poland); **V.A. Potapov**, Doctor of Engineering, prof. (Ukraine); **Harun Parlar**, Doctor of Biological Sciences, prof. (Germany); **Gao Endzhun**, prof. (PRC); **Stefano Perni**, Doctor of Philosophy, prof. (UK); **Boguslava Leska**, dr, prof. (Poland); **Pauline Prokopovich**, Doctor of Philosophy, prof. (UK); **Wójcik Waldemar**, prof. (Poland), **Nur Izura Udzir**, prof. (Malaysia), **V.N. Narayev**, Doctor of Chemistry, prof. (Russia)

**Reports of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan.**

ISSN 2224-5227

Owner: RPA "National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan" (Almaty)

The certificate of registration of a periodic printed publication in the Committee of Information and Archives of the Ministry of Culture and Information of the Republic of Kazakhstan N 5540-Ж, issued 01.06.2006

Periodicity: 6 times a year

Circulation: 2000 copies

Editorial address: 28, Shevchenko str., of.219-220, Almaty, 050010, tel. 272-13-19, 272-13-18,

<http://nauka-nanrk.kz/> [reports-science.kz](http://reports-science.kz)

Address of printing house: ST "Aruna", 75, Muratbayev str, Almaty

© National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, 2016

---

**REPORTS OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES  
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN**  
ISSN 2224-5227

Volume 1, Number 305 (2016), 29 – 33

## **THE SOLUTION OF THE REGIONAL TASK FOR COMPOUND AREA BY METHOD OF THE INTEGRATED EQUATIONS OF THE THEORY OF POTENTIAL**

**R. Zh. Zhadraev**

zhadraev.rzh.@mail.ru

Kazakh academy of transport and communications named after M.Tynyshpaev,  
Almaty, the Republic of Kazakhstan

**Key words:** elasticity, integrated equations, potential, regional task, tension, movements.

**Abstract.** The article deals with the results of research by method of the integrated equations of the theory of potential tension of compound area. The integrated equations for flat tasks of the theory of elasticity which decision gives an unknown vector of density determining tensely – the deformed condition of the compound area consisting of two various multilinked subareas are worked out and also elasto-potential which express tension and movements are made.

УДК 517.968 : 531.534

## **РЕШЕНИЕ КРАЕВОЙ ЗАДАЧИ ДЛЯ СОСТАВНОЙ ОБЛАСТИ МЕТОДОМ ИНТЕГРАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ ТЕОРИИ ПОТЕНЦИАЛА**

**Р. Ж. Жадраев**

zhadraev.rzh.@mail.ru

Казахская Академия транспорта и коммуникаций им. М. Тынышпаева, Алматы, Казахстан

**Ключевые слова:** упругость, интегральные уравнения, потенциал, краевая задача, напряжения, перемещения.

**Аннотация.** В статье представлены результаты исследования методом интегральных уравнений теории потенциала напряженного состояния составной области. Составлены интегральные уравнения для плоских задач теории упругости, решение которых дает неизвестный вектор плотности при определении напряженно-деформированного состояния составной области, состоящей из двух различных многосвязных подобластей, а также составлены эластопотенциалы, которые выражают напряжения и перемещения.

Развитие энергетики, строительства, машиностроения требует решения новых задач по расчету и проектированию конструкций различного рода, элементы которых состоят из нескольких материалов. Это объясняется широким применением в технике вставных элементов с натягами (подземные сооружения, детали машиностроения, корпуса ядерных реакторов и т.д.). При эксплуатации такие элементы подвергаются тепловым и механическим воздействиям. Различие физико-механических характеристик материалов приводит к возникновению значительной напряженности вблизи контактных поверхностей. Такие зоны повышенной напряженности, характеризующиеся перепадами напряжений, могут являться очагами разрушения в составных упругих средах.

Точность исследования напряженного состояния играет важную роль в оценке прочности, а исследование полей напряжений в зависимости от способа задания нагрузки, физико-механических параметров элементов и их геометрии имеет важное значение при их конструировании.

Заметный прогресс в методах исследования задач механики деформируемого твердого тела достигается путем использования современных математических приемов.

Одним из таких направлений является применение метода потенциала, который сводит краевые задачи теории упругости к сингулярным интегральным уравнениям на границе области и хорошо зарекомендовал себя в численных исследованиях последних лет [1-4].

Метод интегральных уравнений теории потенциала стали широко применять не только для исследования краевых задач теории гармонических функций, но и для изучения уравнения упругого равновесия после появления теории интегральных уравнений Фредгольма [8, 9], хотя теоремы Фредгольма для сингулярных интегральных уравнений были доказаны позже [6-9].

Регулярные интегральные уравнения для первой плоской краевой задачи Д.Лауричелла, а также для трехмерной первой краевой задачи Г.Вейль получили посредством сложных искусственных построений.

Некоторые авторы [1, 11], получив сингулярные интегральные уравнения для краевых задач теории упругости, оперировали с ними как с фредгольмовскими, хотя теория Фредгольма оказались не применимой непосредственно к указанным уравнениям. Входящие в эти уравнения интегралы сходятся в специальном смысле ( в смысле главного значения Коши ), в связи с чем уравнения названы сингулярными.

Математическое исследование названных выше уравнений оказалось возможным провести только после разработки С.Г.Михлиным [8, 9] теории многомерных сингулярных интегралов и интегральных уравнений и доказательства В.Д.Купрадзе [6, 7] справедливости применения альтернативы Фредгольма к этим уравнениям.

Полные сведения о математическом аппарате теории потенциала в приложении к задачам механики твердого деформируемого тела в настоящее время приводятся в монографиях В.Д.Купрадзе и его сотрудников Т.Г.Гегелиа, М.О.Башелейшвили, Т.В.Бурчуладзе [6, 7], где получены многомерные сингулярные интегральные уравнения внутренних и внешних краевых задач статики, динамики и термического нагружения для однородных и составных тел при помощи эластопотенциалов, построенных с помощью матрицы фундаментальных решений Кельвина, Бурчуладзе. Исследованы предельные свойства эластопотенциалов и доказаны теоремы существования, единственности и корректности для решения сингулярных интегральных уравнений основных краевых задач. А также показано, что сингулярные интегральные уравнения основных плоских краевых задач по своим спектральным свойствам аналогичны интегральным уравнениям Дирихле и Неймана в теории гармонических функций.

Исследованиями в области совершенствования метода эластопотенциала для решения краевых задач плоской теории упругости занимались В.Д.Купрадзе [6, 7], Ю.Д. Копейкин [4, 5], И.С.Аржаных [1], П.И.Перлин [11] и многие другие зарубежные ученые [1-11].

В работе Ю.В.Верюжского и его учеников [2–3] рассматривается напряженно-деформированное состояние составных тел. После некоторых преобразований с помощью теоремы взаимности работ получен для таких тел эластопотенциал, после чего составлены разрешающие уравнения каждого фрагмента  $S_k$ , независимо от остальной части плиты, и условия неразрывности определяются тождественностью соответствующих неизвестных перерезывающих сил, изгибающих моментов, углов поворота и прогибов на участках сопряжения.

Для практики важно исследовать напряженно-деформированное состояние неоднородной среды, состоящей из двух многосвязных областей. В этом случае правильный выбор фундаментальных решений обуславливает эффективность разрешающих интегральных уравнений задачи теории упругости и их успешную реализацию на ЭВМ.

Рассмотрим вторую краевую задачу для области  $D = D^+ \cup D^-$ , т.е. составленной из двух многосвязных областей: внутренней  $D^+$  и внешней  $D^-$ . Граница области  $D^-$  состоит из гладких замкнутых контуров  $L_{lk}^-, L_q^-$ ,  $q = 0, 1, 2, \dots, n$ ; причем  $L_0^-$  охватывает все остальные. Контур  $L_{lk}^-$  граничит с областью  $D^+$ , так что область  $D^+$  охватывается областью  $D^-$ . Контур  $L_0^-$  может отсутствовать ( сводится к бесконечно удаленной точке ). В последнем случае область  $D^-$  будет бесконечной.

Внутренняя область  $D^+$  ограничена несколькими внутренними контурами  $L_s$ ,  $s = 1, 2, \dots, m$  и внешним контуром  $L_{лк}^+$ , который охватывает всю область  $D^+$  и является линией контакта двух областей  $D^+$  и  $D^-$ . Назовем через  $L_{лк}$  линией контакта двух сред.

На линии контакта  $L_{лк}$  необходимо составить условия сопряжения :

$$p^+ = p^-, \quad u^+ = u^-. \quad (1)$$

Для постановки краевой задачи полагаем заданными все перечисленные контуры областей, а также физические параметры обеих сплошных сред. Будем предполагать, что не только модули сдвига  $G$  сред различаются, но и коэффициенты Пуассона  $\nu$ .

На всех контурах, кроме  $L_{лк}$ , задана внешняя нагрузка, на контуре  $L_{лк}$  – задано условие (1).

Для области  $D = D^+ \cup D^-$  решаем вторую краевую задачу плоской теории упругости, т.е. в этой области ищется решение системы Ламе:

$$\Delta u_i + \frac{1}{1-2\nu} u_{k,ki} = -\frac{K_i}{G}. \quad (2)$$

Согласно Б.Г.Галеркину сделаем следующую замену искомым функций:

$$u_i = \Delta W_i - \frac{1}{2(1-\nu)} W_{k,ki}, \quad (3)$$

где  $W$  – вектор функций напряжений. После подстановки представления (3) в уравнение (2) получаем:

$$\Delta \Delta W_i = -\frac{K_i}{G}. \quad (4)$$

В поставленной задаче удобно разыскивать функции  $W_1$  и  $W_2$  в виде так называемых бигармонических потенциалов простого слоя с неизвестными заранее плотностями распределения  $\mu_1(y)$  и  $\mu_2(y)$ :

$$W_i = \oint_L \mu_i(y) * W_k^*(x, y), \quad i = k, \quad (5)$$

где  $\mu_1(y)$ ,  $\mu_2(y)$  – искомые плотности потенциалов;  $W_k^*$  – фундаментальное решение, т.е.

$$W_k^* = \frac{0,125R}{\pi G} (1 - \ln R) \quad (6)$$

Внесем в (3) принимаемые значения (5) функций  $W_i$ . Тогда получим так называемый плоский эластопотенциал простого слоя для области  $D^+ \vee D^-$ ;

$$u_j(x) = b \oint_{L_c} \mu_i(y) u_{ij}(x, y) dl_y, \quad (7)$$

$$\text{где} \quad u_{ij}(x, y) = \beta_i \beta_j - \delta_{ij} (3 - 4\nu) \ln R, \quad b = \frac{0,125}{\pi G (1 - \nu)},$$

$$\nu = \nu^-, \text{ если } x \in D^-, \quad \nu = \nu^+, \text{ если } x \in D^+.$$

По закону Гука и по формулам Коши найдем элементы тензора напряжений для внутренних точек области  $D^- \vee D^+$  принадлежащими им значениями  $b$  и  $\mu_j$ :

$$\sigma_{ik} = 2Gb \oint_{L_c} \mu_j \sigma_{ik}^{(j)} dl, \quad (8)$$

$$\sigma_{ik}^{(j)} = \frac{1}{R} [(1 - 2\nu)(\delta_{ik} \beta_j - \delta_{ij} \beta_k - \delta_{jk} \beta_i) - 2\beta_i \beta_j \beta_k].$$

Для граничных точек  $x \in L_c$  области достаточно заменить интегралы их предельными значениями при  $x \rightarrow y$ .

Подставляя предельные значения напряжений для граничных точек  $x \in L_c$  в граничные условия  $p_i = \sigma_{ij} n_j$ , и с учетом третьего и четвертого условий неразрывности в зонах контакта  $L_{лк}$  образуем замкнутую смешанную систему ИУ второго и первого рода поставленной краевой задачи:

$$\mu_i(x) + \frac{0,5}{\pi(1-\nu)} \oint_{L_c} Q_{ij}(x, y) \mu_j(y) dl = 2f_i, \quad (9)$$

$$b^+ \oint_{L_b} \mu_i(y) u_{ij}(x, y) dl_y - b^- \oint_{L_H} \mu_i(y) u_{ij}(x, y) dl_y = 0, \quad x \in L_{лк}, \quad (10)$$

где  $L_c = L_H$ , если  $x \in \sum_{q=0}^n L_q$ ;  $L_c = L_b$ , если  $x \in \sum_{s=1}^n L_s$ ;

$$Q_{ij}(x, y) = (1 - 2\nu + 2\beta_i \beta_j) \frac{\beta_k n_{xk}}{R}, \quad i = j; \quad (11)$$

$$Q_{ij}(x, y) = [(n_{xj} \beta_i - n_{xi} \beta_j)(1 - 2\nu) + 2\beta_i \beta_j \beta_k n_{xk}] \frac{1}{R}, \quad i \neq j;$$

Причем в уравнении (9) ядро является сингулярным, а в уравнении (10) – логарифмическим.

Решая полученную систему ИУ, определяем неизвестный вектор плотности в точках границы  $L$ . После этого по формулам (7), (8) определяем компоненты вектора перемещения и напряжения внутри области  $D^+ \vee D^-$  и на границе.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Аржаных И.С. Векторные потенциалы изотропного упругого тела. //Труды института математики и механики АН УзССР. - 1951. – Вып.8. – С. 26-71.
- [2] Верюжский Ю.В. Применение метода потенциала для решения задач теории упругости. - Киев: КИСИ, 1975. - 175 с.
- [3] Верюжский Ю.В. Численные методы потенциала в некоторых задачах прикладной механики. - К.: Вища школа, 1978. - 183 с.
- [4] Копейкин Ю.Д. Применение бигармонических потенциалов в плоских краевых задачах теории упругости. // Упругость и неупругость. – 1971. - Вып.1. - С. 22-26.
- [5] Копейкин Ю.Д., Аляутдинов М.И., Бормот Ю.Д. Решение двумерных задач расчета элементов конструкций. // Материалы по металлическим конструкциям. – 1975. - Вып. 18. - С. 5 - 8.
- [6] Купрадзе В.Д. Методы потенциала в теории упругости. - М.: Физматгиз, 1963. - 472 с.
- [7] Купрадзе В.Д. и др. Трехмерные задачи математической теории упругости и термоупругости. – М.: Наука, 1976. - 664 с.
- [8] Михлин С.Г. Приведение основных задач плоской теории упругости к интегральному уравнению Фредгольма. // ДАН СССР, Новая серия, 1934. - Том 1.
- [9] Михлин С.Г. Многомерные сингулярные интегралы и интегральные уравнения. - М.: Наука, 1966. - 254 с.
- [10] Мухелишвили Н.И. Сингулярные и интегральные уравнения. - М.: Наука, 1968. - 512 с.
- [11] Партон В.З., Перлин П.И. Интегральные уравнения теории упругости. - М.: Наука, 1977. - 312 с.

#### REFERENCES

- [1] Arzhanykh I.S. Vector potentials of an isotropic elastic body.//Works of institute of mathematics and mechanics of AN UzSSR. - 1951. - No. 8. – Page 26-71. (in Russ.).
- [2] Veryuzhsky Yu.V. Application of a method of potential for the solution of tasks of the theory of elasticity.//Book: KISI, 1975. - 175 pages. (in Russ.).
- [3] Veryuzhsky Yu.V. Numerical methods of potential in some problems of applied mechanics. - To.: Vishcha school, 1978. - 183 pages. (in Russ.).
- [4] Kopeykin Yu.D. Use of biharmonic potentials in flat regional tasks of the theory of elasticity.//Elasticity and unelasticity, 1971, vyp.1. - Page 22-26. (in Russ.).
- [5] Kopeykin Yu.D., Alyautdinov M.I., Bormot Yu.D. Solution of two-dimensional problems of calculation of elements of designs.//Materials on metal designs, 1975, iss. 18. - Page 5 - 8. (in Russ.).
- [6] Kupradze V.D. Potential methods in the theory of elasticity. - M.: physics-math, 1963. - 472 pages. (in Russ.).
- [7] Kupradze V.D., etc. Three-dimensional tasks of the mathematical theory of elasticity and thermoelasticity. – M.:

Science, 1976. - 664 pages. (in Russ.).

[8] Mikhlin S.G. Reduction of the main objectives of the flat theory of elasticity to the integrated equation of Fredholm.//The USSR, a New series, 1934, volume 1. (in Russ.).

[9] Mikhlin S.G. Multidimensional singular integrals and integrated equations. - M.: Science, 1966. - 254 pages. (in Russ.).

[10] Muskhelishvili N.I. Singular and integrated equations. - M.: Science, 1968. - 512 pages. (in Russ.).

[11] Parton V.Z., Perlin P.I. Integrated equations of the theory of elasticity. - M.: Science, 1977. - 312 pages. (in Russ.).

### ҚҰРАМА АУДАН ҮШІН ШЕТТІК ЕСЕПТІ ПОТЕНЦИАЛ ТЕОРИЯСЫНЫҢ ИНТЕГРАЛДЫҚ ТЕҢДЕУЛЕР ӘДІСІМЕН ШЕШУ

**Р.Ж. Жадраев**

**Түйін сөздер:** серпімділік, интегралдық теңдеулер, потенциал, шеттік есеп, кернеулер, жылжулар.

**Аннотация.** Мақалада потенциал теориясының интегралдық теңдеулер әдісімен көп байланысты құрама ортаның кернеулі күйін зерттеудің нәтижелері баяндалған. Серпімділік теориясының жазық есебі үшін интегралдық теңдеулер құрастырылған, олардың шешуі екі әртүрлі көп байланысты аудандардан құралған құрама ауданның кернеулі-деформацияланған күйін анықтаған кездегі белгісіз тығыздық векторын береді, сонымен бірге кернелер мен жылжуларды бейнелейтін эластопотенциалдар да құрастырылған.

ZHADRAYEV R. CANDIDATE OF TECHNICAL SCIENCES, ASSOCIATE PROFESSOR

The Kazakh Academy of transport and communications named after M. Tynyspayev, Almaty, the Republic of Kazakhstan.

The solution of the regional task for compound area by method of the integrated equations of the theory of potential.

ЖАДРАЕВ Р.Ж. КАНДИДАТ ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК, ДОЦЕНТ

Казахская Академия транспорта и коммуникаций им. М. Тынышпаева, г. Алматы, Республика Казахстан.

Решение краевой задачи для составной области методом интегральных уравнений теории потенциала.

ЖАДРАЕВ Р.Ж. ТЕХНИКА ҒЫЛЫМДАРЫНЫҢ КАНДИДАТЫ, ДОЦЕНТ

М. Тынышбаев атындағы Қазақ көлік және коммуникациялар академиясы, Алматы қаласы, Қазақстан Республикасы.

Құрама аудан үшін шеттік есепті потенциал теориясының интегралдық теңдеулер әдісімен шешу.

Поступила 12.01.2016 г.

**PUBLICATION ETHICS AND PUBLICATION MALPRACTICE  
IN THE JOURNALS OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES  
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN**

For information on Ethics in publishing and Ethical guidelines for journal publication see <http://www.elsevier.com/publishingethics> and <http://www.elsevier.com/journal-authors/ethics>.

Submission of an article to the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan implies that the work described has not been published previously (except in the form of an abstract or as part of a published lecture or academic thesis or as an electronic preprint, see <http://www.elsevier.com/postingpolicy>), that it is not under consideration for publication elsewhere, that its publication is approved by all authors and tacitly or explicitly by the responsible authorities where the work was carried out, and that, if accepted, it will not be published elsewhere in the same form, in English or in any other language, including electronically without the written consent of the copyright-holder. In particular, translations into English of papers already published in another language are not accepted.

No other forms of scientific misconduct are allowed, such as plagiarism, falsification, fraudulent data, incorrect interpretation of other works, incorrect citations, etc. The National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan follows the Code of Conduct of the Committee on Publication Ethics (COPE), and follows the COPE Flowcharts for Resolving Cases of Suspected Misconduct ([http://publicationethics.org/files/u2/New\\_Code.pdf](http://publicationethics.org/files/u2/New_Code.pdf)). To verify originality, your article may be checked by the originality detection service Cross Check <http://www.elsevier.com/editors/plagdetect>.

The authors are obliged to participate in peer review process and be ready to provide corrections, clarifications, retractions and apologies when needed. All authors of a paper should have significantly contributed to the research.

The reviewers should provide objective judgments and should point out relevant published works which are not yet cited. Reviewed articles should be treated confidentially. The reviewers will be chosen in such a way that there is no conflict of interests with respect to the research, the authors and/or the research funders.

The editors have complete responsibility and authority to reject or accept a paper, and they will only accept a paper when reasonably certain. They will preserve anonymity of reviewers and promote publication of corrections, clarifications, retractions and apologies when needed. The acceptance of a paper automatically implies the copyright transfer to the National Academy of sciences of the Republic of Kazakhstan.

The Editorial Board of the National Academy of sciences of the Republic of Kazakhstan will monitor and safeguard publishing ethics.

Правила оформления статьи для публикации в журнале смотреть на сайте:

[www:nauka-nanrk.kz](http://www.nauka-nanrk.kz)

<http://www.reports-science.kz/index.php/ru/>

Редакторы *М. С. Ахметова, Д. С. Аленов, Т.А. Апендиев*  
Верстка на компьютере *С.К. Досаевой*

Подписано в печать 05.02.2016.

Формат 60x881/8. Бумага офсетная. Печать – ризограф.  
10,25 п.л. Тираж 2000. Заказ 1.