ISSN 1726-9946

ДОКЛАДЫ

АДЫГСКОЙ (ЧЕРКЕССКОЙ)
МЕЖДУНАРОДНОЙ АКАДЕМИИ НАУК

2019г. Том 19 №1

Адыгская (Черкесская) Международная академия наук

ДОКЛАДЫ

АДЫГСКОЙ (ЧЕРКЕССКОЙ) МЕЖДУНАРОДНОЙ АКАДЕМИИ НАУК

Том 19 № 1

Нальчик
2019

Журнал основан в 1994 году

Главный редактор
А.Х. Булатов, заслуженный журналист КБР
Заместитель главного редактора
Б.М. Берсиров, д-р филол. наук, академик АМАН
А.В. Псху, д-р физ.-мат. наук, академик АМАН

Ответственный секретарь
Ф.М. Лосанова

Редакционная коллегия

Академики АМАН:

М.Д. Бавижев, д-р физ.-мат. наук; *Л.А. Бекизова,* д-р филол. наук; *Х.И. Баков,* д-р филол. наук; *А.А. Гварамия,* д-р физ.-мат. наук; *К.Ф Дзамихов,* д-р ист. наук; *Х.М. Калов,* д-р физ.-мат. наук; *Т.Ш. Кальменов,* д-р физ.-мат. наук; *Х.Б. Кушхов,* д-р хим. наук; *А.А. Лиев,* д-р мед. наук; *З.Х. Мисроков,* д-р юрид. наук; *Б.С. Нагоев,* д-р мед. наук; *В.А. Нахушева,* д-р физ.-мат. наук; *И. Озтюрк,* д-р математики; *Ф.Н. Аванесова,* д-р психол. наук; *М.Х. Ханиев,* д-р с.-х. наук; *М.М. Хафица*; *Х.Б. Хоконов,* д-р физ.-мат. наук; *А.Ю. Чирг,* д-р ист. наук; *А.Х. Шеуджен,* д-р биол. наук; *Л.А. Шомахов,* д-р техн. наук.

Учредитель: Адыгская (Черкесская) Международная академия наук

Адрес редакции и издателя: 360000, Кабардино-Балкарская Республика, г. Нальчик, ул. Шортанова, д. 89А
Телефон 8(8662) 42-64-17, e-mail: dokaman@niipma.ru , URL: aman.niipma.ru.
Подписной индекс в каталоге «Роспечать» 18615.

ISSN 1726-9946
ПИ № 77-3923 от 30 июня 2000 г.

© Адыгская (Черкесская) Международная академия наук, 2019

The Journal was founded in 1994

Chief editor
A. Kh. Bulatov, Honored Journalist of the KBR
Deputy chief editor
B.M. Bersirov, Dr. Philol. Sci., academician IAAS
A.V. Pskhu, Dr. Phys.-Math. Sci., academician IAAS

Executive Secretary
F.M. Losanova

Editorial Board

Academicians IAAS

M.D. Bavishev, Dr. of Physical-Mat. Sciences; L.A. Bekizova, Dr. Philol. Sciences; Kh.I.Bakov, Dr. Philol. Sciences; A. A. Gvaramiya, Dr. of Physical-Mat. Sciences; K.F.Dzamikhov, Dr. Hist. Sciences; Kh.M. Kalov, Dr. of Physical-Mat. Sciences; T.Sh.Kalmenov, Dr. of Physical-Mat. Sciences; Kh.B.Kushkhov, Dr. of Chemistry Sciences; A.A.Liev, Dr. of Medicine; Z.Kh.Misrokov, Dr. of Law; B.S.Nagoev, Dr. of Medicine; V.A.Nakhusheva, Dr. of Physical-Mat. Sciences; I.Ozturk, A.V.Pskhu, Dr. of Physical-Mat. Sciences; M.M. Khafitsa, Dr. of Physical-Mat. Sciences; Kh.B.Khokonov, Dr. of Physical-Mat. Sciences; A.U.Chirg, Dr. Hist. Sciences; A. Kh.Sheudjen, Dr. of Biology; L.A.Shomakhov, Dr. of Technical Sciences.

Founder: Adyghe (Circassian) International Academy of Sciences

Editorial and Publisher Address: 89A, Shortanov St., Nalchik, Kabardino-Balkarian Republic, 360000
Phone 8(8662) 42-64-17, e-mail: dokaman@niipma.ru URL: aman.niipma.ru.
Subscription index in the catalogue «Rospechat» 18615.

ISSN 1726-9946
PI № 77-3923 of June 30, 2000

© Adyghe (Circassian) International Academy of Sciences, 2019

Содержание

МАТЕМАТИКА **7**

Айда-заде К.Р., Абдуллаев В.М. О связи задач управления с обратной связью с нагруженными дифференциальными уравнениями 7

Асхабов С.Н. – член-корреспондент АМАН О критериях положительности интегро-дифференциальных операторов свертки 16

Kal'menov T.Sh. – academician of AIAS, academician of NAS RK, Derbissaly B.O. On the boundary conditions of the wave potential in a domain with a curviline borders 22

Sadybekov M.A. – corresponding member of NAS RK, academician of AIAS, Sarsenbi A. On one inverse problem of reconstructing a subdiffusion process with degeneration from nonlocal data 31

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ **42**

Кенетова Р.О. Об одной математической модели распространения пассионарности 42

МЕДИЦИНА **48**

Ловпаче З.Н., Хулаев И.В., Хулаева А.И. Клиническая эффективность противомикробной терапии бактериального острого риносинусита азитромицином 48

ФИЛОЛОГИЯ **54**

Куек А.С. О мотивах в адыгском нартском эпосе 54

Панеш А.Д. Исламский фактор в истории адыгов (конец XVIII - 40-е гг. XIX в.) 64

Хуако Ф.Н. – академик АМАН Историзм адыгской прозы и его упоминаемость у мастера-учителя (к 80-летию Казбека Шаззо) 71

Чуяко А.Б. Место и роль адыгейского детского фольклора в учебно-воспитательном процессе 76

Чуякова Н.М. Непроходящее историко-познавательное и идейно-воспитательное значение философских жанров фольклора 79

Шаззо А.М. Адыгский термин хасэ как наследие хаттского времени 82

ГЕОФИЗИКА **86**

Балкарова С.Б., Этезова М.Б., Ахсалба А.К., Жолаева Ф.Б. Влияние плотности солнечного ветра на конвективные грозо-градовые облака 86

Калов Х.М. – академик АМАН, Балкарова С.Б., Калов Р.Х. – член-корреспондент АМАН, Этезова М.Б. Процессы тепло- и массообмена между водой и влажным воздухом 92

СОЦИОЛОГИЯ **98**

Шахмурзов М.М., Гордеев А.С., Гетоков О.О. Сельская территория: проблемы и пути их решения 98

ПОЛЕВОДСТВО **103**

Шахмурзов М.М., Магомедов К.Г. Высокопродуктивные бобово-злаковые агрофитоценозы на деградированных кормовых угодьях 103

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ **111**

Contents

MATHEMATICS **7**

Aida-zade K.R., Abdullayev V.M. On relation of feedback control problems with loaded differential equations 7

Askhabov S.N. – corresponding member of AIAS On the criteria for positivity of integro-differential convolution operators 16

Kal'menov T.Sh. – academician of AIAS, academician of NAS RK, Derbissaly B.O. On the boundary conditions of the wave potential in a domain with a curviline borders 22

Sadybekov M.A. – corresponding member of NAS RK, academician of AIAS, Sarsenbi A. On one inverse problem of reconstructing a subdiffusion process with degeneration from nonlocal data 31

MATHEMATICAL MODELING **42**

Kenetova R.O. About mathematical model of the dissemination of passionarity . . 42

MEDICINE **48**

Lovpache Z.N., Khulaev I.V., Khulaeva A.I. The clinical effectiveness of azithromycin antimicrobial therapy used for the treatment of acute bacterial sinusitis 48

PHILOLOGY **54**

Kuek A.C. On the motives in the Adyghe nart epos 54

Panesh A.D. – corresponding member of AIAS Islamic factor in the history of the Circassians (end of the XVIII-40 s of the XIX century) 64

Khuako F.N. – academician of AIAS Historism of the adyg prose and its recognition at the master-teacher (on the 80th anniversary of Kazbek Shazzo) 71

Chuyako A.B. Place and role of the Adyghe children folklore in the educational process 76

Chuyakova N.M. An ongoing historical educational and ideological educational value of the philosophical genres of folklore 79

Shazzo A.M. Adyghe term khasa as a legacy of hutt time 82

GEOPHYSICS **86**

Balkarova S.B., Etezova M.B., Akhsalba A.K., Zholayeva F.B. The influence of the density of the solar wind on the convective storm-hail clouds 86

Kalov Kh.M. – academician of AIAS, Balkarova S.B., Kalov R.Kh. – corresponding member of AIAS, Etezova M.B. Heat and mass transfer processes between water and humid air 92

SOCIOLOGY **98**

Shahmurzov M.M., Gordeev A.S., Getokov O.O. Rural territory: problems and solutions 98

FIELD-CROP-CULTIVATION **103**

Shahmurzov M.M., Magomedov K.G. Mutual influence of perennial herbs under co-sprouting 103

RULES FOR THE AUTHORS **111**

Псалъащхьэхэр

МАТЕМАТИКЭ **7**

Айда-заде К.Р., Абдуллаев В.М. Гъэхьэлъэкъуа дифференциал зэхуэгъэдэныгъэмрэ къэзыгъэзэж зэпыщ1эныгъэ зыщ1ыгъу управленэ хьисэпымрэ зэрызэпхам теухуауэ 7

Асхабов С.Н. – ЩIДАА-м и член-корреспондент Интегрэ-дифференциальнэ операторхэм зэрахьэ мыхьэнэшхуэхэм теухуауэ 16

Калъменов Т.Ш. – ЩIДАА-м и академик, НАН РК-м и академик, Дербисалы Б.О. Итхъа 1ушэурэ зи гъунапкъэр щыт утыкум къыщыгъэлъэгъуа хъей потенциалым и гъунапкъэ щытык1эхэм теухуауэ 22

Садыбеков М.А. – ЩIДАА-м и академик, Сарсенби А.А. Зэмыу1у бжыгъэ къэгъэлъэгъуамк1э зызыгъэк1уэдыж субдиффузионнэ ек1уэк1ык1эм и зэгъэпэщыжыныгъэ зы хьисэпым теухуауэ 31

МАТЕМАТИКЭ ГЪЭПСЫНЫГЪЭ **42**

Клэнэт Р.О. Пассионарность къыхуеджэныгъэм теухуа зы математикэ модель 42

МЕДИЦИНЭ **48**

Ловпаче З.Н., Хулаев И.В., Хулаева А.И. Бактериальнэ риносинусит азитромицин гугъур гъэхъужынымк1э уз къэзышэхэм ебэн сымаджэщым и ф1агъыр 48

БЗЭ ЩIЭНЫГЪЭ **54**

Куек А.С. Адыгэ нарт эпосыр и лъабжьэу 54

Пэнэшву А.Д. – ЩIДАА-м и член-корреспондент Ислъам диным адыгэмэ ятарихъ чIыпIэу щиубытырэр (я XVIII-рэ лIэшIэгъум икIэухым щегъэжьагъэу - я XIX-рэ лIэшIэгъум и 40-рэ илъэсхэм нэс) 64

ХъуакIо Ф.Н. – ЩIДАА-м и академик Адыгэ прозэм иисторизмэрэ, ар игукъэчIыжьыри Iазэ-егъэджакIу дэжь (ЩашIэ Казбек 80-м къехъугъэм) 71

Чуяко А.Б. Адыгэ сабий 1уэры1уатэм еджэныгъэ-гъэсэныгъэ ек1уэк1ык1эм щи1ыгъ увып1эмрэ мыхьэнэмрэ 76

Чуяковэ Н.М. Пщымыгъупщэ къэхъукъащ1э щ1эныгъэ уэзыгъэгъуэтхэмрэ гупсысэ нэхъыщхьэк1эрэ гъэсэныгъэмрэ философие жанрхэм я 1уэры1уатэм ща1э мыхьэнэр 79

Шаззо А.М. Адыгэ хасэр хьэттуей зэманым и щ1эин 82

ГЕОФИЗИКЭ **86**

Балъкъэр С.Б., 1етез(Етез)М.Б., Ахъсалба А.К., Жолей Ф.Б. Конвективнэ щыблэ уэ къызыхэк1 пшэхэм дыгъэпс жьы 1увыр зэрыхэлIыфIыхьыр . . . 86

Къалэ Х.М. – ЩIДАА-м и академик, Балъкъэр С.Б., Къалэ Р.Х. – ЩIДАА-м и член-корреспондент, Этезовэ М.Б. Псымрэ хьэуа псы1эмрэ я зэхуакуым къыщек1уэк1 хуабагъэмрэ хьэлъагъэмрэ зэрызэ1эпах 1уэхугъуэхэр 92

СОЦИОЛОГИЕР **98**

Шахмурзов М.М., Гордеев А.С., Гетоков О.О. Къуажэ щ1ыналъэ: 1уэхугъуэ гугъухэр зэрызэхагъэк1 1эмалхэр 98

ГЪАВЭ ЩIЭНЫГЪЭ **103**

Шахмурзов М.М., Магомедов К.Г. Хъер куэд къызыпык1 джэш-щхьэмыж къэк1ыгъэ агрофитоценозхэр дэхуэха губгъуэхэм къызэрыщык1 щ1ык1эхэр . 103

ТХЫГЪЭХЭР ЗЕЙХЭР ЗЭРЫГЪУЭЗЭН **111**

МАТЕМАТИКА

УДК 519.626.6

О связи задач управления с обратной связью с нагруженными дифференциальными уравнениями

Айда-заде К.Р., Абдуллаев В.М.
Представлено академиком АМАН В.А. Нахушевой

Посвящается профессору А.М. Нахушеву

Введение. В работе предложен подход к построению системы управления с обратной связью объектами с распределенными параметрами. В качестве объекта выбрана система теплоснабжения, в которую поступает жидкость, нагреваемая в теплообменнике, представляющего собой паровую рубашку [1]. В некоторых точках теплообменника установлены датчики температуры, в зависимости от значений показаний которых подается тепло в теплообменник. Процесс теплообмена в теплообменнике описывается гиперболическим уравнением (переноса) первого порядка [2]. В краевых условиях имеется запаздывающий по времени аргумент, обусловленный временем, требуемым для прохождения нагретой жидкости по системе теплоснабжения.

В работе показана связь задач синтеза управления объектами с распределенными параметрами с нагруженными дифференциальными уравнениями с частными производными [3–5].

Отметим, что в последние годы увеличился интерес к задачам оптимального управления объектами с распределенными параметрами, описываемыми различными типами дифференциальных уравнений с частными производными и видами начально-краевых условий [6–10]. Особую сложность, представляют задачи управления (регулирования) с обратной связью. Если для объектов с сосредоточенными параметрами эти задачи достаточно хорошо изучены [7,11,12], то задачи управления с обратной связью объектами, описываемыми уравнениями с частными производными, исследованы существенного меньше [8–10,13,14]. Во-первых, это связано со сложностью практической реализации телемеханических систем управления объектами, распределенными в пространстве и времени [15]. Это вызвано с практической невозможностью постоянного или даже дискретного во времени оперативного получения информации о состоянии всего объекта (во всех его точках). Во-вторых, имеются проблемы математического и вычислительного характера, т.к. решение начально-краевых задач относительно уравнений с частными производными требует в определенной степени длительного времени, что часто не позволяет строить системы управления объектами с распределенными параметрами в режиме реального масштабе времени.

Предлагаемый в работе подход к синтезу оптимального управления процессом теплоснабжения использует информацию о состоянии процесса в конечном числе точек замеров. Более того, в задаче оптимизируемыми являются сами места размещения точек замеров. Отметим, что подход основан на приведении дифференциального уравнения, описываемого процесс, к нагруженному уравнению, в котором точками нагружения являются точки замера состояния процесса [13,14]. Получены формулы градиента функционала по оптимизируемым параметрам управления с обратной связью, использованные при численном решении задачи с применением итерационных методов оптимизации первого порядка.

1. Постановка задачи. Процесс нагрева теплоносителя в паровой печи нагревательного аппарата (трубчатого теплообменника) отопительной системы можно описать уравнением переноса [1,2]:

$$\frac{\partial u(x,t)}{\partial t} + a\frac{\partial u(x,t)}{\partial x} = \alpha\left[\vartheta(t) - u(x,t)\right],\ (x,t) \in \Omega = (0,l)\times(0,T], \tag{1}$$

где $u = u(x,t)$ – температура теплоносителя в точке x нагревательного аппарата в момент времени t; l–длина трубки нагревательного аппарата, в котором обогревается теплоноситель; a– скорость движения теплоносителя в системе теплоснабжения, величина которой постоянна для всех точек системы теплоснабжения, т.е. движение предполагается установившимся (стационарным); α– заданное значение коэффициента теплообмена между печью и теплоносителем в нагревательном аппарате; T–время (достаточно большое) управления процессом; $\vartheta(t)$ – управляемая температура пара, подаваемого внутрь печи, посредством которой осуществляется нагрев теплоносителя, удовлетворяющая технологическому ограничению:

$$\underline{\vartheta} \le \vartheta(t) \le \bar{\vartheta}. \tag{2}$$

Пусть L– линейная длина системы теплоснабжения, причем L намного превышает l, т.е. $L >> l$. Тогда нагретому в печи теплоносителю необходимо время $T^d = L/a$ с тем, чтоб вернуться в начало печи, т.е.

$$u(0,t) = (1-\gamma)\,u(l, t-T^d), \quad t > 0\,, \tag{3}$$

γ– постоянная величина, определяющая потери тепла в процессе движения в теплосети, в основном, существенно зависящая от температуры внешней среды. Исходя из практических соображений, имеет место очевидное условие:

$$0 \le \gamma \le 1. \tag{4}$$

Через $\Gamma \in [0,\,1]$ обозначим множество возможных значений γ, определяющих величину потери тепла, удовлетворяющих (3), (4). Предполагается, что задана функция плотности $\rho_\Gamma(\gamma)$ на этом множестве, удовлетворяющая условиям:

$$\rho_\Gamma(\gamma) \ge 0, \quad \gamma \in \Gamma, \quad \int\limits_\Gamma \rho_\Gamma(y)dy = 1.$$

Задано начальное условие:

$$u(x,t) = u_0 = const, \quad x \in [0,l], \quad -T^d < t < 0. \tag{5}$$

Задача управления процессом нагрева теплоносителя заключается в поддержании температуры в печи, обеспечивающей заданную температуру V теплоносителя на выходе печи при всевозможных допустимых величинах потерь тепла теплоносителем при ее движении в системе теплоснабжения, определяемых значениями $\gamma \in \Gamma$, при условии, что начальное распределение температуры близко к V.

Пусть в произвольных M точках $\xi_i \in [0,l],\ i = 1,2,...,M$ нагревательного аппарата установлены датчики, в которых проводятся замеры температуры непрерывно во времени:

$$u_i(t) = u(\xi_i, t), \quad t \in [0, T], \tag{6}$$

или в дискретные моменты времени

$$u_{ij} = u(\xi_i, t_j), \quad t_j \in [0, T],\ j = 1, 2, ..., m. \tag{7}$$

Для построения системы управления нагревом печи с непрерывной обратной связью рассмотрим следующий вариант назначения текущего значения температуры подаваемого пара в зависимости от результатов замеров состояния процесса в замерных точках:

$$\vartheta(t) = \frac{1}{L} \sum_{i=1}^{M} \lambda_i \tilde{k}_i [u(\xi_i, t) - z_i]. \tag{8}$$

Здесь $\tilde{k}_i$– коэффициент усиления; z_i– эффективная температура в точке ξ_i, за величиной отклонения от которой должен вестись контроль в этой точке; $\lambda_i = const$– весовой коэффициент, определяющий важность замера в точке $\xi_i,\ i = 1, 2, ..., M$,

$$\lambda \in \Lambda = \left\{ \lambda \in E^M :\ 0 \le \lambda_i \le 1,\ \ i = 1, 2, ..., M,\ \sum_{i=1}^{M} \lambda_i = 1 \right\}.$$

Ясно, что величины z_i определяются значением желаемой величины температуры V на выходе теплообменника.

Введем комплексные параметры:

$$k_i = \frac{\lambda_i \tilde{k}_i}{L}, \quad i = 1,\ 2\ ,\ ..., M.$$

В этом случае формула для температуры в печи (8), устанавливаемой по результатам замеров, примет вид:

$$\vartheta(t) = \sum_{i=1}^{M} k_i [u(\xi_i, t) - z_i]\,. \tag{9}$$

Здесь $k = (k_1,\ k_2,\ ..., k_M)'$, $z = (z_1, z_2, ..., z_M)'$ и $\xi = (\xi_1,\ \xi_2, ..., \xi_M)'$ являются векторами параметров обратной связи, определяющими текущее значение управления (температуры в печи) в зависимости от замеренных значений температуры в точках замеров теплообменника, $'$–знак транспонирования. Обозначим через $y \in R^{3M}$ $3M$ – мерный вектор оптимизируемых параметров $y = (k,\ z,\ \xi)'$.

Подставляя (9) в (1), получим:

$$\frac{\partial u(x,t)}{\partial t} + a\frac{\partial u(x,t)}{\partial x} = \alpha \left[\sum_{i=1}^{M} k_i [u(\xi_i, t) - z_i] - u(x,t) \right],\ (x,t) \in \Omega = (0, l) \times (0, T]\,. \tag{10}$$

Минимизируемый критерий качества управления зададим в следующем виде:

$$J(y; \gamma) = \int_{\Gamma} I(y; \gamma) \rho_{\Gamma}(\gamma)\, d\gamma, \tag{11}$$

$$I(y;\gamma)=\int\limits_0^T[u(l,t;y,\gamma)-V]^2dt+\sigma\left\|y-y^0\right\|^2_{R^{3M}}, \tag{12}$$

где $u(x,t;y,\gamma)$-решение начально-краевой задачи (1),(3),(5) при конкретно выбранных допустимых значениях параметров обратной связу y и параметре потерь тепла $\gamma\in\Gamma$; $y^0=(k^0,\ z^0,\ \xi^0)'\in R^{3M}$ и $\sigma\geq 0$–параметры регуляризации.

Таким образом задача управления с обратной связью нагревом теплоносителя в теплообменнике, размещенном в печи, приведена к задаче параметрического оптимального управления. Специфика задачи заключается в том, что она описывается точечно нагруженным дифференциальным уравнением (10) (из-за участия в уравнении значения неизвестной функции $u(x,t)$ в заданных точках $\xi_i, i=1,2,...,M$, пространственной переменной) с краевыми условием с запаздывающим аргументом (3) ([16,17]).

На оптимизируемые управляющие параметры обратной связи y, учитывая переобозначения (8), могут быть наложены ограничения, исходя из технических, технологических соображений:

$$0\leq\xi_i\leq l,\quad \underline{k}_i\leq k_i\leq\bar{k}_i,\quad \underline{z}_i\leq z_i\leq\bar{z}_i,\quad i=1,\,2,\,...,\,M. \tag{13}$$

Здесь $\underline{k}_i$, $\bar{k}_i$, $\underline{z}_i$, $\bar{z}_i$, $i=1,\,2,\,...,\,M$ – заданные величины. Значения $\underline{k}_i$, $\bar{k}_i$, $i=1,\,2,\,...,\,M$ определяются из формулы (9) с учетом ограничения (2) и априорной информации о возможных и допустимых значениях температуры пара и теплоносителя. Значения $\underline{z}_i,\bar{z}_i$, $i=1,\,2,\,...,\,M$ определяются, в основном желаемым значением температуры теплоносителя V на выходе нагревательного аппарата.

2. Численное решение задачи (3)–(5), (10)–(13). Для численного решения полученной задачи параметрического оптимального управления нагруженной системой с распределенными параметрами предлагается применить методы первого порядка, например, метод проекции градиента [18]. Для построения минимизирующей последовательности y^ν, $\nu=0,1,...$, используется итерационный процесс:

$$y^{\nu+1}=P_{(13)}[y^\nu-\mu_\nu\mathrm{grad}\,J(y^\nu)]\ ,\ \nu=0,\,1\,,...\tag{14}$$

Здесь $P_{(13)}(y)$ –оператор проектирования $3M$–мерной точки $y=(k,\ z,\ \xi)'$ на множество, определенное ограничениями (13); $\mu_\nu>0$–шаг в направлении спроектированного антиградиента. Начальное приближение y^0 может быть произвольным, в частности, удовлетворяющим условиям (13). Учитывая простоту структуры допустимого множества оптимизируемых параметров, определенного ограничениями (13), оператор проектирования имеет конструктивный характер и легко реализуем.

Для построения процедуры (14) используем формулы для компонент градиента функционала (11), (12) по оптимизируемым параметрам:

$$\mathrm{grad}\ J(y)=\left(\frac{\partial J\,(\xi,k,z)}{\partial\xi},\ \frac{\partial J\,(\xi,k,z)}{\partial k},\ \frac{\partial J\,(\xi,k,z)}{\partial z}\right)',$$

приводимые в следующей теореме.

Теорема 1. *Градиент функционала в задаче (10),(3)-(5), (11)–(12) для допустимых управляющих параметров $y=(\xi,k,z)'$ определяется следующими формулами:*

$$\operatorname{grad}_{\xi_i} J(y) = \int\limits_{\Gamma} \left\{ -\alpha k_i \int\limits_0^T \left(\int\limits_0^l \psi(x,t;y,\gamma)dx \right) u_x(\xi_i,t;y,\gamma)dt + \right.$$

$$\left. +2\sigma(\xi_i - \xi_i^0) \right\} \rho_\Gamma(\gamma)d\gamma\,, \;\; i = 1,2,....,M, \tag{15}$$

$$\operatorname{grad}_{k_i} J(y) = \int\limits_{\Gamma} \left\{ -\alpha \int\limits_0^T (u(\xi_i,t;y,\gamma) - z_i) \left(\int\limits_0^l \psi(x,t;y,\gamma)dx \right) dt + \right.$$

$$\left. +2\sigma(k_i - k_i^0) \right\} \rho_\Gamma(\gamma)d\gamma\,, \;\; i = 1,2,....,M, \tag{16}$$

$$\operatorname{grad}_{z_i} J(y) = \int\limits_{\Gamma} \left\{ \alpha k_i \int\limits_0^l \psi(x,t;y,\gamma)dx + 2\sigma(z_i - z_i^0) \right\} \rho_\Gamma(\gamma)d\gamma,\;\; i = 1,2,....,M, \tag{17}$$

$u(x,t;y,\gamma)$–решение задачи (10), (3)–(5), $\psi(x,t;y,\gamma)$–решение следующей сопряженной начально-краевой задачи:

$$\psi_t(x,t) + a\psi_x(x,t) = \alpha\psi(x,t),\;\; (x,t) \in \Omega, \tag{18}$$

$$\psi(x,T) = 0, \quad x \in [0,l], \tag{19}$$

$$\psi(l,t) = -\frac{2}{a}(u(l,t) - V),\;\; t \in (T - T^d, T], \tag{20}$$

$$\psi(l,t) = -\frac{\alpha}{a}(1-\gamma)\psi(0,t+T^d) - \frac{2}{a}(u(l,t) - V),\;\; t \in (0, T - T^d], \tag{21}$$

в точках $\xi_i,\;\; i = 1,2,...,M$ при *$t \in [0,T]$ удовлетворяющей условиям:*

$$\psi(\xi_i^-,t) = \psi(\xi_i^+,t) + \frac{\alpha}{a}k_i \int\limits_0^l \psi(x,t)dx,\;\; i = 1,2,...M\,. \tag{22}$$

Дифференциальное уравнение (18) сопряженной задачи (18)–(22) можно представить в следующем эквивалентном виде:

$$\psi_t(x,t) + a\psi_x(x,t) = \alpha\psi(x,t) - \alpha \int\limits_0^l \psi(\zeta,t)d\zeta \sum_{i=1}^M k_i\,\delta(x - \xi_i), \quad (x,t) \in \Omega\;, \tag{23}$$

при сохранении начально-краевых условий (19)–(21), но уже без условий скачка (22).

Для доказательства используется известная технология получения формул для приращения функционала за счет приращения оптимизируемых аргументов функционала. При этом линейная часть приращения функционала по каждому из аргументов и будет искомой компонентой градиента функционала по соответствующему аргументу [18].

При решении исходной задачи оптимизации на каждой итерации процедуры (14) решаются прямая (8)–(13) и сопряженная (18)–(22) краевые задачи с указанными выше специфическими особенностями. Для численного решения нагруженных краевых задач можно использовать методы сеток или прямых, их применение к решению подобных задач исследовано, например, в работах [19-20]. Для учета запаздывания в краевых условиях можно использовать "метод шагов".

3. Результаты численных экспериментов. Приведем результаты решения следующей модельной задачи. Процесс описывается краевой задачей (1)–(5). Требуется спроектировать систему оптимального управления (регулирования) процессом нагрева теплоносителя с двумя точками обратной связи. Таким образом требуется определить $\xi = (\xi_1,\ \xi_2)$ – места размещения двух датчиков температуры и параметры обратной связи $k, z \in R^2$. Следовательно, общее число синтезируемых параметров равно 6.

Задача решалась при следующих значениях данных, участвующих в ее постановке: $l = 1;\quad a = 3;\ \alpha = 0,1;\ T^d = 0,2,\ T = 5,\ V = 70,\ \Gamma = [0;\ 0.2],\ \underline{\vartheta} = 40,\ \bar{\vartheta} = 75,$ $\bar{k}_1 = \bar{k}_2 = 8,\ \underline{k}_1 = \underline{k}_2 = 1,\ \bar{z}_1 = \bar{z}_2 = 75,\ \underline{z}_1 = \underline{z}_2 = 57$. Функция плотности $\rho_\Gamma(\gamma)$ в расчетах была принята равномерно распределенной на $[0;\ 0.2]$, а интеграл по Γ аппроксимировался методом прямоугольников с шагом $0,05$.

Отметим, что значения $\bar{k}_1,\ \bar{k}_2$ были подобраны с использованием проведения пробных расчетов, при которых требовалось выполнение технологического условия (2) при заданных $\underline{\vartheta},\ \bar{\vartheta}$.

Численные эксперименты проводились при разных начальных значениях параметров, использованных для итерационной процедуры оптимизации (14). В табл. 1 приведены эти значения и соответствующие значения функционала.

Таблица 1. *Начальные значения оптимизируемых параметров* $k^0,\ z^0, \xi^0$ *и соответствующие значения функционала.*

N	k_1^0	k_2^0	z_1^0	z_2^0	ξ_1^0	ξ_2^0	$J^0(y)$
1	4	6	61	63	0,1	0,8	363,210004
2	3	5	65	60	0,2	0,9	357,150011
3	1	8	62	63	0,4	0,8	257,310003
4	5	2	63	66	0,5	0,7	165,150016
5	6	4	66	62	0,2	0,7	205,190007

В табл.2 приведены значения параметров $k_i,\ z_i,\ \xi_i,\ i = 1,\ 2\ ,\ ...,\ M$, полученные методом проекции градиента из начальных точек, приведенных в табл.1.

Таблица 2. *Полученные значения параметров и функционала*

N	$k_1^{(6)}$	$k_2^{(6)}$	$z_1^{(6)}$	$z_2^{(6)}$	$\xi_1^{(6)}$	$\xi_2^{(6)}$	$J^{(6)}(y)$
1	5,9956	3,9952	66,9945	68,9949	0,2994	0,5994	0,3422
2	5,9977	3,9983	66,9978	68,9954	0,3000	0,6000	0,3259
3	5,9962	3,9988	66,9951	68,9948	0,2971	0,5971	0,3538
4	5,9978	3,9971	66,9991	68,9975	0,3000	0,6000	0,3145
5	5,9991	3,9961	66,9964	68,9973	0,3000	0,6000	0,3062

Были проведены численные эксперименты, в которых точные значения наблюдаемых состояний процесса в точках замера $u(\xi_1, t),\ u(\xi_2, t)$ зашумлялись случайными помехами по формуле

$$u(\xi_i, t) = u(\xi_i, t)\,(1 + \chi(2\theta_i - 1))\,, \;\; i = 1,\, 2\,,$$

где θ_i - случайная величина, равномерно распределенная на отрезке [0, 1], –уровень помех.

В таблице 3 приведены полученные значения функционала и относительные отклонения между получаемой и желаемой температурами на выходе агрегата при уровне помех равных 0% (без помех), 1%, 3%, 5%, соответствующих значениям $\chi = 0$ (без помех), 0.01,0.03, 0.05.

Таблица 3. *начения функционала и относительные отклонения между получаемой и желаемой температурами на выходе агрегата при разных уровнях помех в измерениях*

	$\chi = 0.00$	$\chi = 0.01$	$\chi = 0.03$	$\chi = 0.05$
$\max\limits_{t\in[0,1]} \lvert u(l,t) - V\rvert \Big/ \lvert V\rvert$	0.021941	0.033052	0.038311	0.064574
$J^*(y)$	0.3023	0.3543	0.3762	0.3916

Как видно из таблицы 3, управление процессом нагрева теплоносителя в печи нагреваемого аппарата с обратной связью достаточно устойчиво к погрешностям замеров.

4. Заключение. Системы автоматического управления с обратной связью техническими объектами и технологическими процессами с распределенными параметрами получают широкое применение в связи с существенно возросшими возможностями средств измерительной и вычислительной техники. В работе исследуется проблема управления нагревательным аппаратом для нагрева теплоносителя, который обеспечивает подачу тепла в замкнутую систему теплоснабжения. Специфика исследуемой задачи, описываемой уравнением гиперболического типа первого порядка заключается в том, что в ее краевых условиях участвует запаздывающий во времени аргумент. Математическая модель управляемого процесса приводится к точечно нагруженному гиперболическому уравнению, а сама рассматриваемая задача приводится к задаче параметрического оптимального управления. С целью использования методов оптимизации первого порядка для численного решения задачи по оптимизации мест установления датчиков и параметров управляющих воздействий с обратной связью получены формулы для соответствующих компонент градиента целевого функционала задачи. Предложенные в статье постановка задачи и подход к получению расчетных формул для ее численного решения могут быть распространены на случаи управления с обратной связью многими другими процессами, описываемых другими типами уравнений с частными производными и начально-краевыми условиями.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Ray W.H.* Advanced Process Control. McGraw-Hill Book Company. 1981.
2. *Тихонов А.Н., Самарский А.А.* Уравнения математической физики. М.: Наука, 1966.
3. *Нахушев А.М.* Нагруженные уравнения и их применение. Москва, Наука, 2012, 232 с.
4. *Нахушев А.М.* Уравнения математической биологии. М.: Высшая школа. 1995. 305 с.
5. *Нахушев А.М.* К теории краевых задач для нагруженных интегральных уравнений // Доклады АМАН. 2014. Т.16. N 3. С. 30–35.
6. *Бутковский А.Г.* Методы управления системами с распределенными параметрами. М.: Наука, 1984.

7. *Поляк Б.Т., Щербаков П.С.* Робастная устойчивость и управление. М.: Наука,2002.
8. *Shang H., Forbes J.F., Guay M.* Feedback Control of Hyperbolic PDE Systems // IFAC Proceedings Volumes. 2000. V.33. No.10. P. 533–538.
9. *Coron J. M., Wang Zh.* Output Feedback Stabilization for a Scalar Conservation Law with a Nonlocal Velocity // SIAM J. Math. Anal., 2013. V.45. No.5. P. 2646–2665.
10. *Afifi L., Lasri K., Joundi M., Amimi N.* Feedback controls for exact remediability in disturbed dynamical systems // IMA Journal of Mathematical Control and Information. 2018. V.35. No.2. P.411–425.
11. *Sergienko I.V., Deineka V.S.* Optimal control of distributed systems with conjugation conditions. New York: Kluwer Acad. Publ., 2005.
12. *Шумафов М.М.* Стабилизация линейных стационарных управляемых систем второго порядка с обратной связью с запаздыванием // Доклады АМАН. 2014. Т.16. N 1. С. 47–55.
13. *Айда-заде К.Р., Абдуллаев В.М.* Об одном подходе к синтезу управления процессами с распределенными параметрами // Автомат. и телемех., 2012. №9. С.3-19
14. *Айда-заде К.Р., Абдуллаев В.М.* Оптимизация размещения точек контроля при синтезе управления процессом нагрева // Автомат. и телемех., 2017. № 9. С. 49–66.
15. *Лионс Ж.-Л.* Оптимальное управление системами, описываемыми уравнениями с частными производными. — М.: Мир, 1972.
16. *Дженалиев М.Т.* Оптимальное управление линейными нагруженными параболическими уравнениями // Дифференц. уравнения. 1989. Т.25. № 4. С. 641 - 651.
17. *Алиханов А.А, Березков А.М., М.Х.Шхануков – Лафшиев.* Краевые задачи для некоторых классов нагруженных дифференциальных уравнений и разностные методы их численной реализации // Ж. вычисл. матем. и матем. физ. 2008. Т.48. №9. С.1619-1628.
18. *Васильев Ф.П.* Методы оптимизации. М.: Факториал Пресс, 2008.
19. *Abdullayev V.M., Aida-zade K.R.* Optimization of Loading Places and Load Response Functions for Stationary Systems // Comput. Math. Math. Phys. 2017. V.57. No.4. P.634–644.
20. *Abdullayev V.M., Aida-zade K.R.* Finite-difference methods for solving loaded parabolic equation // Comput. Math. Math. Phys. 2016. V.56. No.1. P.93–105.

ABSTRACT

We consider a problem of controlling a heating appliance used for heating a heat-transfer agent, which delivers heat into a closed system. To control the process, we use feedback, under which information on the process state used to form the current control values is continuously received from individual points of the appliance with installed temperature sensors. The mathematical model of the controlled process is described by a pointwise loaded first-order hyperbolic equation. In the problem, both the parameters of a synthesized feedback control, and a location of the measurement points. In the paper, formulas for the functional gradient of the problem are obtained, which allow to use numerical first-order optimization methods to solve the problem. The results of computer experiments for numerical solution to the problem on test data are given.

Keywords: distributed parameters system, feedback, control synthesis, state control point, loaded differential equation.

[1]*Institute of Control Systems, National Academy of Sciences of Azerbaijan, Baku;*
[2]*Institute of Mathematics and Mechanics, Azerbaijan National Academy of Sciences, Baku;*
[3]*Azerbaijan State Oil and Industry University, Baku; kamil_aydazade@rambler.ru; vaqif_ab@rambler.ru*

© K.R. Aida-zade[1, 2], V.M. Abdullayev[2, 3], 2019

АННОТАЦИЯ

В работе исследуется задача управления нагревательным аппаратом для нагрева теплоносителя, который обеспечивает подачу тепла в замкнутую систему. Для управления используется обратная связь, при которой информация о состоянии процесса, используемая для формирования текущих значений управления, непрерывно поступает из отдельных точек аппарата, в которых установлены датчики температуры. Математическая модель управляемого процесса описывается точечно нагруженным гиперболическим уравнением первого порядка. В задаче оптимизируются как параметры синтезируемого управления с обратной связью, так и места расположения точек проведения замеров состояния. В работе получены формулы для градиента функционала задачи, позволяющие для решения задачи использовать численные методы оптимизации первого порядка. Проведены результаты проведенных компьютерных экспериментов для численного решения задачи на тестовых данных.

Ключевые слова: система с распределенными параметрами, обратная связь, синтез управления, точка контроля состояния, нагруженное дифференциальное уравнение.

[1]*Институт систем управления НАН Азербайджана, Баку;*
[2]*Институт математики и механики НАН Азербайджана, Баку;*
[3]*Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности, Баку;*
kamil_aydazade@rambler.ru; vaqif_ab@rambler.ru

© К.Р. Айда-заде[1], 2,
В.М. Абдуллаев[2], 3, 2019

МАТЕМАТИКА

УДК 517.983.24

О критериях положительности интегро-дифференциальных операторов свертки

Асхабов С.Н. – член-корреспондент АМАН

Посвящается профессору А.М. Нахушеву

В работе А.М. Нахушева [1] были получены весьма глубокие результаты о положительности различных классов операторов непрерывного и дискретного дифференцирования и интегрирования, играющих важную роль в дробном интегро-дифференциальном исчислении и в теории уравнений смешанного типа (подробнее, см. [2]).

В монографии [3, §10] доказано, что для положительности интегрального оператора свертки $(Hu)(x) = \int\limits_{-\infty}^{\infty} h(x-t)u(t)dt$ в вещественном пространстве Лебега $L_p(\mathbb{R})$, $1 < p \le 2$, $\mathbb{R} = (-\infty, \infty)$, необходимо и достаточно, чтобы косинус-преобразование Фурье $\widehat{h}_c(x)$ его ядра $h(x) \in L_1(\mathbb{R}) \cap L_{p/[2(p-1)]}(\mathbb{R})$ было неотрицательной функцией на положительной полуоси $[0, \infty)$. Аналогичный результат установлен в [3,§28] и в случае соответствующих дискретного оператора свертки $(Du)_n = \sum\limits_{k=-\infty}^{\infty} h_{n-k}u_k$, $k \in \mathbb{Z}$, и пространства ℓ_p. Эти результаты использованы в [3] при исследовании различных классов нелинейных интегральных и дискретных уравнений типа свертки.

В данной работе установлено, что линейный интегро-дифференциальный оператор свертки $(Tu)(x) = \int\limits_{-\infty}^{\infty} h(x-t)u'(t)dt$ является положительным в классе вещественных функций $M_p(\mathbb{R}) = \{u(x) : \ u(x) \in L_p(\mathbb{R}), u'(x) \in L_{p'}(\mathbb{R})\}$, $1 < p < \infty$, $p' = p/(p-1)$, тогда и только тогда, когда синус-преобразование Фурье $\widehat{h}_s(x)$ его ядра $h(x) \in L_1(\mathbb{R})$ является неотрицательной функцией на полуоси $[0, \infty)$. Приводятся примеры, иллюстрирующие полученные результаты. Рассмотрен также периодический случай, когда функции заданы на отрезке $[-\pi, \pi]$ и имеют период 2π.

Для $u(x) \in L_p(\mathbb{R})$ и $v(x) \in L_{p'}(\mathbb{R})$ введем обозначения:

$$\|u\|_p = \left(\int\limits_{-\infty}^{\infty} |u(x)|^p dx \right)^{1/p}, \qquad \langle u, v \rangle = \int\limits_{-\infty}^{\infty} u(x) \cdot v(x)\, dx\,.$$

Если $p = p' = 2$, то $\langle u, v \rangle = (u, v)$ есть обычное скалярное произведение в вещественном гильбертовом пространстве $L_2(\mathbb{R})$.

Рассмотрим в классе $M_p(\mathbb{R})$ линейный интегро-дифференциальный оператор свертки $(Tu)(x) = (h * u')(x)$ с ядром $h(x) \in L_1(\mathbb{R})$. Легко видеть, что оператор T действует из $M_p(\mathbb{R})$ в $L_{p'}(\mathbb{R})$, поскольку $u'(x) \in L_{p'}(\mathbb{R})$ и, в силу неравенства Юнга (см., например, [3, с. 30]), интегральный оператор свертки H с ядром $h(x) \in L_1(\mathbb{R})$ действует непрерывно из $L_{p'}(\mathbb{R})$ в $L_{p'}(\mathbb{R})$ при любом $p' \in (1, \infty)$.

Обозначим через $\widehat{u}(x)$ преобразование Фурье функции $u(x) \in L_2(\mathbb{R})$ (см. [4, с. 55]):

$$\widehat{u}(x) = \operatorname*{l.i.m.}_{N\to\infty} \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int\limits_{-N}^{N} u(t) \cdot e^{-ixt} dt.$$

Известно [4], что $\widehat{u}(x) \in L_2(\mathbb{R})$, если $u(x) \in L_2(\mathbb{R})$ и для любых $u(x), v(x) \in L_2(\mathbb{R})$ справедливо обобщенное равенство Парсеваля $(u, v) = (\widehat{u}, \widehat{v})$, т.е.

$$\int\limits_{-\infty}^{\infty} u(x) \cdot \overline{v(x)} dx = \int\limits_{-\infty}^{\infty} \widehat{u}(x) \cdot \overline{\widehat{v}(x)} dx, \tag{1}$$

где черта сверху означает комплексное сопряжение. Кроме того, если $h(x) \in L_1(\mathbb{R})$, а $u(x) \in L_2(\mathbb{R})$, то для преобразования Фурье свертки $h * u$ справедливо равенство:

$$\widehat{(h * u)}(x) = \sqrt{2\pi}\, \widehat{h}(x) \cdot \widehat{u}(x), \tag{2}$$

где $\widehat{h}(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int\limits_{-\infty}^{\infty} h(t) \cdot e^{-ixt} dt$.

Легко показать, что $\lim\limits_{|x|\to\infty} u(x) = 0$, если $u(x) \in M_p(\mathbb{R})$. Пусть $u(x) \in C_0^\infty(\mathbb{R})$, т.е. является финитной бесконечно-дифференцируемой на всей действительной оси $\mathbb{R}$ функцией. Тогда (ср. [4, с. 57]), интегрируя по частям, получим

$$\widehat{u'}(x) = i \cdot x \cdot \widehat{u}(x). \tag{3}$$

Используя равенства (1)?(3), с учетом того, что $u(x) \in C_0^\infty(\mathbb{R})$ есть вещественная функция, имеем

$$(Tu, u) = \int\limits_{-\infty}^{\infty} (h * u')(x) \cdot \overline{u(x)} dx = \int\limits_{-\infty}^{\infty} \widehat{(h * u')}(x) \cdot \overline{\widehat{u}(x)} dx =$$

$$= \sqrt{2\pi} \int\limits_{-\infty}^{\infty} \widehat{h}(x)\, \widehat{u'}(x)\, \overline{\widehat{u}(x)} dx = \sqrt{2\pi} \int\limits_{-\infty}^{\infty} \widehat{h}(x)\, i\, x\, \widehat{u}(x)\, \overline{\widehat{u}(x)} dx = i\sqrt{2\pi} \int\limits_{-\infty}^{\infty} \widehat{h}(x)\, x\, |\widehat{u}(x)|^2 dx =$$

$$= i\sqrt{2\pi} \left[\int\limits_{-\infty}^{\infty} \widehat{h_c}(x)\, x\, |\widehat{u}(x)|^2 dx - i \int\limits_{-\infty}^{\infty} \widehat{h_s}(x)\, x\, |\widehat{u}(x)|^2 dx \right], \tag{4}$$

где косинус-преобразование Фурье ядра $h(x)$:

$$\widehat{h_c}(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int\limits_{-\infty}^{\infty} h(t) \cdot \cos(xt) dt$$

есть четная функция, а синус-преобразование Фурье ядра $h(x)$:

$$\widehat{h_s}(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int\limits_{-\infty}^{\infty} h(t) \cdot \sin(xt) dt$$

есть функция нечетная на оси $\mathbb{R}$.

Замечая, что

$$|\widehat{u}(-x)|^2 = \widehat{u}(-x)\cdot\overline{\widehat{u}(-x)} = \overline{\widehat{u}(x)}\cdot\widehat{u}(x) = |\widehat{u}(x)|^2$$

и, значит, $x\cdot|\widehat{u}(x)|^2$ есть нечетная на оси $\mathbb{R}$ функция, из равенства (4) получаем

$$(Tu,u) = \sqrt{2\pi}\int\limits_{-\infty}^{\infty}\widehat{h_s}(x)\,x\,|\widehat{u}(x)|^2dx \tag{5}$$

или, что то же самое,

$$(Tu,u) = 2\sqrt{2\pi}\int\limits_{0}^{\infty}\widehat{h_s}(x)\,x\,|\widehat{u}(x)|^2dx. \tag{6}$$

Из равенства (6) следует, что $(Tu,u)\geq 0$ для любого $u(x)\in C_0^\infty(\mathbb{R})$, если $\widehat{h_s}(x)\geq 0$ для почти всех $x\in[0,\infty)$. Так как, по теореме Римана-Лебега [4, с. 42], $\widehat{h_s}(x)$ есть непрерывная на всей оси $\mathbb{R}$ функция, то условие, что $\widehat{h_s}(x)\geq 0$ для почти всех $x\in[0,\infty)$ равносильно условию, что $\widehat{h_s}(x)\geq 0$ для всех $x\in[0,\infty)$.

Таким образом, если $h(x)\in L_1(\mathbb{R})$ и $\widehat{h_s}(x)\geq 0$ для всех $x\in[0,\infty)$, то $(Tu,u)\geq 0$, $\forall u(x)\in C_0^\infty(\mathbb{R})$. Поскольку множество $C_0^\infty(\mathbb{R})$ всюду плотно в классе $M_p(\mathbb{R})$ и $\langle Tu,u\rangle$ есть линейный непрерывный функционал, то по известной теореме Банаха неравенство $(Tu,u)\geq 0$ будет выполняться и всюду в классе $M_p(\mathbb{R})$.

Итак мы доказали, что если выполнено условие

$$h(x)\in L_1(\mathbb{R})\quad\text{и}\quad \widehat{h_s}(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}}\int\limits_{-\infty}^{\infty}h(t)\cdot\sin(xt)dt\geq 0,\quad \forall x\in[0,\infty), \tag{7}$$

то интегро-дифференциальный оператор свертки T является положительным, т.е. выполняется неравенство

$$\langle Tu,u\rangle\geq 0,\quad \forall u(x)\in M_p(\mathbb{R}). \tag{8}$$

Докажем, наконец, что условие (7) так же и необходимо для положительности оператора T. Пусть неравенство (8) выполнено. Нужно доказать, что тогда $\widehat{h_s}(x)\geq 0$ для всех $x\in[0,\infty)$, т.е. выполнено условие (7). Допустим противное, что условие (7) не выполняется, т.е. существует точка $x_0\in[0,\infty)$ такая, что $\widehat{h_s}(x_0)<0$. Ясно, что $x_0>0$, так как очевидно, что $\widehat{h_s}(0)=0$. Поскольку, по теореме Римана-Лебега, $\widehat{h_s}(x)$ есть непрерывная на всей оси $\mathbb{R}$ функция, то найдется ε-окрестность $U_\varepsilon(x_0)=\{x:\ x>0, |x-x_0|<\varepsilon\}$, $\varepsilon>0$, точки x_0 такая, что будет выполняться неравенство

$$\widehat{h_s}(x)<0,\quad \forall x\in U_\varepsilon(x_0). \tag{9}$$

Выберем функцию $u(x)\in M_p(\mathbb{R})$ такую, что $\widehat{u}(x)=0$, если $x\notin U_\varepsilon(x_0)$ и $\widehat{u}(x)\neq 0$, если $x\in U_\varepsilon(x_0)$. Тогда, учитывая, что $\forall x\in U_\varepsilon(x_0)$ выполняются строгие неравенства $\widehat{h_s}(x)<0$, $x>0$ и $|\widehat{u}(x)|>0$, по формуле (5) получим

$$\langle Tu, u\rangle = \sqrt{2\pi}\int\limits_{-\infty}^{\infty} \widehat{h_s}(x)\, x\, |\widehat{u}(x)|^2 dx = \sqrt{2\pi}\int\limits_{U_\varepsilon(x_0)} \widehat{h_s}(x)\, x\, |\widehat{u}(x)|^2 dx < 0,$$

что противоречит неравенству (8).

Таким образом, доказан следующий критерий положительности оператора T.

Теорема 1. *Пусть* $1 < p < \infty$ *и ядро* $h(x) \in L_1(\mathbb{R})$. *Для того, чтобы линейный интегро-дифференциальный оператор свертки*

$$(Tu)(x) = \int\limits_{-\infty}^{\infty} h(x-t)u'(t)dt$$

был положителен в классе $M_p(\mathbb{R}) = \{u(x) :\ u(x) \in L_p(\mathbb{R}), u'(x) \in L_{p'}(\mathbb{R})\}$, $p' = p/(p-1)$, *необходимо и достаточно, чтобы его ядро* $h(x)$ *удовлетворяло условию*

$$\int\limits_{-\infty}^{\infty} h(t)\cdot \sin(xt)dt \geq 0, \quad \forall x \in [0,\infty)\,.$$

Приведем теперь простые примеры ядер $h(x)$, удовлетворяющих условию (7).

1) $h(x) = e^{-|x|}$. В этом случае $\|h\|_1 = 2$ и $\widehat{h_s}(x) = 0$, $\forall x \in [0,\infty)$.

2) $h(x) = x\,(x^2{+}1)^{-2}$. В этом случае $\|h\|_1 = 1$ и $\widehat{h_s}(x) = 2^{-1}\sqrt{\pi/2}\, x\, e^{-x} \geq 0$, $\forall x \in [0,\infty)$. При вычислении $\widehat{h_s}(x)$ мы воспользовались равенством (35) из [5, с. 67] при $n = 2$. Здесь же заметим, что если $x{<}0$, то $\widehat{h_s}(x) = 2^{-1}\sqrt{\pi/2}\, x\, e^{x}$ и таким образом в примере 2), в соответствии с теоремой Римана-Лебега, $\widehat{h_s}(x) \to 0$ при $|x| \to \infty$.

Аналогично теореме 1 доказывается следующая (ср. [9]) теорема, относящаяся к случаю 2π-периодических функций, заданных на отрезке $[-\pi, \pi]$.

Теорема 2. *Пусть* $1 < p < \infty$ *и ядро* $h(x) \in L_1(-\pi,\pi)$. *Для того, чтобы интегро-дифференциальный оператор свертки*

$$(Hu)(x) = \int\limits_{-\pi}^{\pi} h(x-t)\cdot u'(t)\,dt$$

был положительным в классе $M_p(-\pi,\pi) = \big\{u(x) :\ u(x) \in L_p(-\pi,\pi), u'(x) \in L_{p'}(-\pi,\pi)\big\}$ *необходимо и достаточно, чтобы выполнялось условие:*

$$\widehat{h_s}(n) = \int\limits_{-\pi}^{\pi} h(t)\cdot \sin(n\cdot t)\,dt \geq 0 \quad \textit{при всех}\ \ n \in \mathbb{N}. \tag{10}$$

В связи с условием (10) приведем две теоремы, доказанные в книге [6, с. 46], с сохранением их номеров.

Теорема 34 [6]. *Если функция f(x) убывает в интервале* $(0, 2\pi)$, *то*

$$b_n = \frac{1}{\pi}\int\limits_0^{2\pi} f(t)\cdot\sin(n\cdot t)\,dt \geq 0 \quad \textit{при всех} \;\; n\in\mathbb{N}.$$

Теорема 35 [6]. *Если функция f(x) выпукла вниз в интервале* $(0,2\pi)$, *то*

$$a_n = \frac{1}{\pi}\int\limits_0^{2\pi} f(t)\cdot\cos(n\cdot t)\,dt \geq 0 \quad \textit{при всех} \;\; n\in\mathbb{N}.$$

Интересно заметить, что в случае непрерывно дифференцируемой функции $f(x)$ теорема 35 является прямым следствием теоремы 34. В самом деле, если функция $f(x)$ выпукла вниз в интервале $(0,2\pi)$, то, как хорошо известно, $-f'(x)$ убывает в интервале $(0,2\pi)$. Поэтому, интегрируя по частям, в силу теоремы 34, имеем

$$a_n = \frac{1}{n\,\pi}\int\limits_0^{2\pi} f(t)\,d\sin(n\cdot t) = \frac{1}{n\,\pi}\int\limits_0^{2\pi} (-f'(t))\cdot\sin(n\cdot t)\,dt \geq 0 \quad \textit{при всех} \;\; n\in\mathbb{N}$$

– что и требовалось доказать.

Вопрос о том верно ли обратное утверждение, т.е. является ли теорема 34 следствием теоремы 35, остается пока открытым.

В заключение отметим, что вопрос о положительности различных классов линейных дискретных, интегральных и интегро-дифференциальных операторов с разностными ядрами другими методами изучен в работах [1]–[3] и [7]–[9].

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований, проект №№ 18-41-200001.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Нахушев А.М.* О положительности операторов непрерывного и дискретного дифференцирования и интегрирования весьма важных в дробном исчислении и в теории уравнений смешанного типа // Дифференциальные уравнения. 1998. Т. 34, № 1. С. 101–109.
2. *Нахушев А.М.* Дробное исчисление и его применение. М.: Физматлит, 2003. 272 с.
3. *Асхабов С.Н.* Нелинейные уравнения типа свертки. М.: Физматлит, 2009. 304 с.
4. *Князев П.Н.* Интегральные преобразования. Москва: Едиториал УРСС, 2004. 200 с.
5. *Бейтмен Г., Эрдейи А.* Таблицы интегральных преобразований. Том 1. Преобразование Фурье, Лапласа, Меллина (Серия: СМБ). Москва: Наука, 1969. 344 с.
6. *Харди Г.Х., Рогозинский В.В.* Ряды Фурье. Москва: Физматгиз, 1959. 256 с.
7. *Porter D., Stirling D.* Integral equations. A practical treatment, from spectral theory to applications. Cambr. Univ. Press, 1990. 382 p.
8. *Askhabov S.N.* Singular integral equations with monotone nonlinearity in complex Lebesgue spaces // Zeitschrift fur Analysis und ihre Anwendung. 1992. Vol. 11, № 1. Pp. 77–84.
9. *Асхабов С.Н.* Условия положительности операторов с разностными ядрами в рефлексивных пространствах, Итоги науки и техн. Сер. Соврем. мат. и ее прил. Темат. обзоры. 2018. Т. 149. С. 3–13.

ABSTRACT

In this paper we establish that the convolution integro-differential operator is positive if and only if the Fourier sine transform of the kernel is a nonnegative function on the half-line. Examples are considered to illustrate the results obtained.

Key words: convolution integro-differential operator, positive operator, Fourier transform.

Chechen State University; Chechen State Pedagogical University, Grozny; askhabov@yandex.ru

© S.N. Askhabov, 2019

АННОТАЦИЯ

В статье установлено, что интегро-дифференциальный оператор свертки является положительным тогда и только тогда, когда синус-преобразование Фурье его ядра является неотрицательной функцией на полуоси. Приводятся примеры, иллюстрирующие полученные результаты.

Ключевые слова: интегро-дифференциальный оператор свертки, положительный оператор, преобразование Фурье.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Чеченский государственный педагогический университет; Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Чеченский государственный университет, г. Грозный; askhabov@yandex.ru

© С.Н. Асхабов, 2019

МАТЕМАТИКА

UDK 517.956.32

On the boundary conditions of the wave potential in a domain with a curviline borders

Kal'menov T.Sh. – academician of AIAS, academician of NAS RK, Derbissaly B.O.

Dedicated to the memory of our Dear Teacher

Nakhushev Adam Maremovich

1. Introduction. Volume potentials for partial equations due to their theoretical and applied significance are one of important notions of the modern theory of differential equations. Key stages of this theory are the researches held by Newton for elliptic potentials, where a practical significance of the problem was also shown alongside with fundamental researches of a whole row of essential questions of this theory. Different applications of the volume potential in electrostatics, heat-conductivity, elasticity, diffusion and other fields of the science are well-known and were of interest to such scientists as Laplace, Gauss, Poisson, Green, Beltrami, Kirchhoff, lord Kelvin, Hobson, Lyapunov, Sobolev, Bitsadze and others, who made a great contribution to the development of this theory during several centuries.

The volume elliptic potential is widely used in solving classical problems of Dirichlet, Neumann and other boundary value problems for domains of an arbitrary form. But, at the same time, boundary conditions and spectral problems of the volume potential have not been researched till recent time. That is, despite the deep research of the general theory of the volume potential, till the recent time the Newton volume potential

$$u_{NP}(x) = \int_{\Omega} \varepsilon(x-y) f(y) dy$$

has not been considered as an independent operator being a solution of some boundary value problem.

The works of T.Sh. Kal'menov, his disciples and followers [1–9] laid the foundations of the theory of boundary value problems for different kinds of the volume potentials. And in the world literature such scientists as Engquist B. and Majda A. [10], Givoli D. [11]-[13], Li J.R., Greengard L. [14], Hagstrom T. [15], Tsynkov S.V. [16], Saito N. [17], Wu X. and Zhang J. [18] also used analogous research results for solving various problems of the mathematical physics and numerical calculations.

New non-local boundary conditions which uniquely define the Newton volume potential, have the form

$$\frac{u(x)}{2} - \int_{\partial\Omega} \left(\frac{\partial \varepsilon(x-y)}{\partial n_y} u(y) - \varepsilon(x-y) \frac{\partial u(y)}{\partial n_y} \right) dS_y = 0, \quad x \in \partial\Omega.$$

In particular in the papers [1,2], by using a new non-local boundary value problem, which is equivalent to the Newton potential, the authors founded explicitly all eigenvalues and eigenfunctions of the Newton potential in the 2-disk and the 3-ball.

The aim of this paper is to give an analogy of the boundary value problem for the wave potential. Unlike elliptic and parabolic cases, where the obtained boundary conditions for corresponding volume potentials are non-local , for the wave potential we get a local initial boundary value condition. Note that the case of the volume wave potential in the domain with rectilinear boundaries was considered in [6].

2. Formulation of problem. We consider the following wave potential

$$u(x,t) = \iint_{\Omega} \varepsilon(x-\xi, t-\tau) f(\xi,\tau) d\xi d\tau, \tag{1}$$

where $\varepsilon(x,t) = \frac{1}{2}\theta(t-|x|)$ is a fundamental solution of Cauchy problem for the wave equation:

$$\frac{\partial^2 u(x,t)}{\partial t^2} - \frac{\partial^2 u(x,t)}{\partial x^2} = f(x,t), (x,t) \in \Omega, \tag{2}$$

with the initial conditions

$$u(x,0) = u_t(x,0) = 0, 0 < x < 1. \tag{3}$$

Here $\Omega \subset \mathbb{R}^2$ is a finite domain bounded at the sides by the curves $x = \alpha(t)$ and $x = \beta(t)$, and bounded above and below by the segments $t = 0$, $0 < x < 1$ and $t = T$, $x_0 < x < x_1$. Here $T > 0$, $\alpha(0) = 0$, $\beta(0) = 1$, $\alpha(T) = x_0$, $\beta(T) = x_1$, $\alpha(t) < \beta(t)$. Additionally assume that

$$|\alpha'(t)| < 1, \quad |\beta'(t)| < 1. \tag{4}$$

It is known that for $T > 1/2$ the solution of the wave equation (2) in Ω is restored under the initial conditions (3) not uniquely. For the uniqueness it is necessary to use boundary conditions. We set a task to construct boundary conditions under which (together with the initial conditions (3)) the solution of Eq. (2) in Ω will be uniquely defined in the form (1). In the case when $\alpha(t) \equiv 0$ and $\beta(t) \equiv 1$, this problem was considered in [6].

3. Construction of boundary conditions. By $\Omega_{x,t}$ we denote a part of Ω: $\Omega_{x,t} = \{(\xi,\tau) \in \Omega : |x-\xi| < t-\tau|\}$. Then the volume potential (1) can be written in the form

$$u(x,t) = \frac{1}{2} \iint_{\Omega_{x,t}} f(\xi,\tau) d\xi d\tau, \tag{5}$$

Evidently that for any $f(x,t) \in C^1(\overline{\Omega})$ the volume potential (5) gives a classical solution of the inhomogeneous wave equation (2) from the class $u(x,t) \in C^2(\overline{\Omega})$. Our task is to construct homogeneous boundary conditions to which the volume potential (5) satisfies for all $f(x,t)$.

We consider separately various cases of placing $\Omega_{x,t}$ inside Ω.

3.1 Case I

Firstly we consider a case when $0 \le x-t < x+t \le 1$. In this case the domain $\Omega_{x,t}$ nowhere touches the side boundaries Ω (see Figure 1).

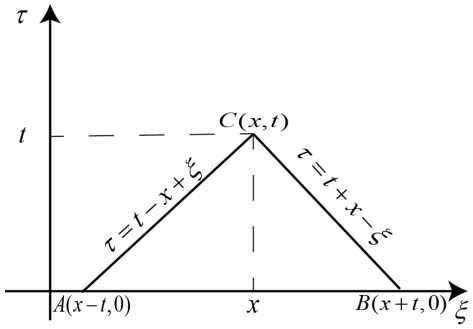


Figure 1 – the domain $\Omega_{x,t}$ in the case I

Therefore there is no need to construct the boundary conditions for the wave potential. By direct calculation it is easy to see that the volume potential (5) satisfies the homogeneous initial conditions (3).

3.2 Case II

Now let $x = \alpha(t)$ and $t + \alpha(t) \leq 1$. By virtue of the condition (4) it is easy to see that $t + \alpha(t) > 0$ in Ω. In this case the domain $\Omega_{x,t}$ coincides with curvilinear triangle, in the foundation of which there lays a segment $0 < \xi < t + \alpha(t)$ of the axis $\tau = 0$. The left-hand side of the triangle is a curvilinear segment $\xi = \alpha(\tau)$ for $0 < \tau < t$. The right-hand side of the triangle is a segment of the straight line $\xi = t + \alpha(t) - \tau$ for $0 < \tau < t$ (see Figure 2).

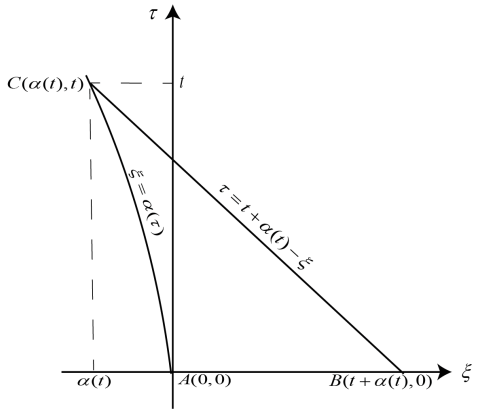


Figure 2 – the domain $\Omega_{x,t}$ in the case II

Hereinafter we will use the Green's theorem [19]: *Let C be a positively oriented, piecewise smooth, simple closed curve in a plane, and let D be a domain bounded by C. If L and M are functions of (ξ, τ) defined on an open domain containing D and have continuous partial derivatives there, then*

$$\oint_C (L\,d\xi + M\,d\tau) = \iint_D \left(\frac{\partial M}{\partial \xi} - \frac{\partial L}{\partial \tau}\right) d\xi\,d\tau,$$

where the left-hand side is a line integral and the right-hand side is a surface integral, and the path of integration along C is anticlockwise.

Applying Green's theorem, we get the following chain of equalities:

$$u\left(\alpha(t), t\right) = \frac{1}{2}\iint_{\Omega_{\alpha(t),t}} f(\xi,\tau)d\xi d\tau = \frac{1}{2}\iint_{\Omega_{\alpha(t),t}} \left(\frac{\partial^2 u(\xi,\tau)}{\partial \tau^2} - \frac{\partial^2 u(\xi,\tau)}{\partial \xi^2}\right) d\xi d\tau$$

$$= -\frac{1}{2}\oint_{\partial\Omega_{\alpha(t),t}} \left(\frac{\partial u(\xi,\tau)}{\partial \tau}d\xi + \frac{\partial u(\xi,\tau)}{\partial \xi}d\tau\right).$$

Calculating the obtained line integrals, taking into account the initial conditions (3), we have

$$u\left(\alpha(t), t\right) = \frac{1}{2}\int_0^t \left[\frac{\partial u}{\partial \tau}(\alpha(\tau),\tau)\alpha'(\tau) + \frac{\partial u}{\partial \xi}(\alpha(\tau),\tau)\right] d\xi + \frac{1}{2}u\left(\alpha(t), t\right).$$

Hence

$$u\left(\alpha(t), t\right) = \int_0^t \left[\frac{\partial u}{\partial \tau}(\alpha(\tau),\tau)\alpha'(\tau) + \frac{\partial u}{\partial \xi}(\alpha(\tau),\tau)\right] d\tau. \tag{6}$$

Differentiating (6), we obtain

$$\left[\frac{\partial u}{\partial x}(\alpha(t),t)-\frac{\partial u}{\partial t}(\alpha(t),t)\right][1-\alpha'(t)]=0.$$

Therefore, taking into account the conditions (4), we will have the boundary condition on a part of the left boundary

$$\left(\frac{\partial u}{\partial x}-\frac{\partial u}{\partial t}\right)(\alpha(t),t)=0, \quad \text{at} \quad t+\alpha(t)\le 1. \tag{7}$$

3.3 Case III

Consider a case when $x=\beta(t)$ and $\beta(t)-t\ge 0$. By virtue of the condition (4) it is easy to see that $\beta(t)-t<1$ in Ω. In this case the domain $\Omega_{x,t}$ coincides with curvilinear triangle, in the foundation of which there lays a segment $\beta(t)-t<\xi<1$ of the axis $\tau=0$. The right-hand side of the triangle is a curvilinear segment $\xi=\beta(\tau)$ for $0<\tau<t$. And the left-hand side of the triangle is a segment of the straight line $\xi=\tau-t+\beta(t)$ for $0<\tau<t$ (see Figure 3).

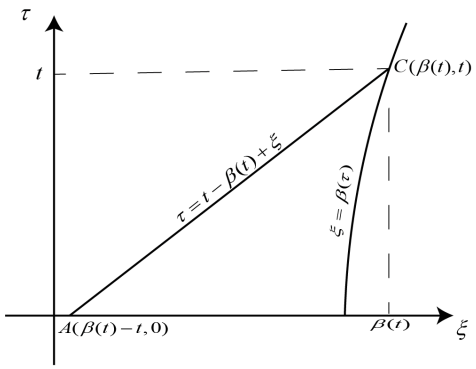


Figure 3 – the domain $\Omega_{x,t}$ in the case III

Analogously, as in Sec. 3.2, applying the Green's theorem, we obtain the boundary condition on a part of the right boundary

$$\left(\frac{\partial u}{\partial x}+\frac{\partial u}{\partial t}\right)(\beta(t),t)=0, \quad \text{at} \quad \beta(t)-t\ge 0. \tag{8}$$

3.4 Case IV

To consider this case is necessary if the domain Ω contains such points (x,t), for which $t+\alpha(t)>1$ or $\beta(t)-t<0$. Consider the domain $\Omega_{x,t}$ being the curvilinear pentagon, in the foundation of which there lays a segment $0<\xi<1$ of the axis $\tau=0$. The left-hand side of the pentagon is a curvilinear segment $\xi=\alpha(\tau)$, and the right-hand side is a curvilinear segment $\xi=\beta(\tau)$. The pentagon is bounded above by the segments of the straight line $\tau-\xi=t-x$ and $\tau+\xi=t+x$ (see Figure 4).

We apply the Green's theorem for the volume wave potential

$$u\,(x,t)=\frac{1}{2}\iint_{\Omega_{x,t}} f(\xi,\tau)d\xi d\tau=\frac{1}{2}\iint_{\Omega_{x,t}}\left(\frac{\partial^2 u(\xi,\tau)}{\partial\tau^2}-\frac{\partial^2 u(\xi,\tau)}{\partial\xi^2}\right)d\xi d\tau.$$

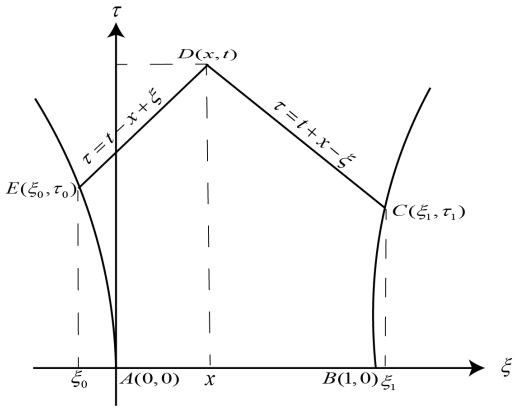


Figure 4 – the domain $\Omega_{x,t}$ in the case IV

Then we obtain the identity

$$u\left(\alpha(\tau_0),\tau_0\right)+u\left(\beta(\tau_1),\tau_1\right)-\int_0^{\tau_0}\left[\frac{\partial u}{\partial\tau}(\alpha(\tau),\tau)\alpha'(\tau)+\frac{\partial u}{\partial\xi}(\alpha(\tau),\tau)\right]d\tau + \int_0^{\tau_1}\left[\frac{\partial u}{\partial\tau}(\beta(\tau),\tau)\beta'(\tau)+\frac{\partial u}{\partial\xi}(\beta(\tau),\tau)\right]d\tau=0, \tag{9}$$

where $(\alpha(\tau_0),\tau_0)$ is a point of crossing of the boundary curve $\xi=\alpha(\tau)$ and of the characteristics $\xi=\tau-t+x$; $(\beta(\tau_1),\tau_1)$ is a point of crossing of the boundary curve $\xi=\beta(\tau)$ and of the characteristics $\xi=t+x-\tau$. The existence of such points is provided by the fulfillment of the condition (4).

In (9) equating firstly $x=\alpha(t)$, and then $x=\beta(t)$, we get two identities

$$u\left(\alpha(t),t\right)+u\left(\beta(\tau_1(t)),\tau_1(t)\right)-\int_0^{t}\left[\frac{\partial u}{\partial\tau}(\alpha(\tau),\tau)\alpha'(\tau)+\frac{\partial u}{\partial\xi}(\alpha(\tau),\tau)\right]d\tau + \int_0^{\tau_1(t)}\left[\frac{\partial u}{\partial\tau}(\beta(\tau),\tau)\beta'(\tau)+\frac{\partial u}{\partial\xi}(\beta(\tau),\tau)\right]d\tau=0, \tag{10}$$

$$u\left(\alpha(\tau_0(t)),\tau_0(t)\right)+u\left(\beta(t),t\right)-\int_0^{\tau_0(t)}\left[\frac{\partial u}{\partial\tau}(\alpha(\tau),\tau)\alpha'(\tau)+\frac{\partial u}{\partial\xi}(\alpha(\tau),\tau)\right]d\tau + \int_0^{t}\left[\frac{\partial u}{\partial\tau}(\beta(\tau),\tau)\beta'(\tau)+\frac{\partial u}{\partial\xi}(\beta(\tau),\tau)\right]d\tau=0, \tag{11}$$

where $(\alpha(\tau_0(t)),\tau_0(t))$ is a point of crossing of the boundary curve $\xi=\alpha(\tau)$ and of the characteristics $\xi=\tau-t+\beta(t)$; $(\beta(\tau_1(t)),\tau_1(t))$ is a point of crossing of the boundary curve $\xi=\beta(\tau)$ and of the characteristics $\xi=t+\alpha(t)-\tau$.

By direct calculation, taking into account the conditions (4), it is easy to see that

$$\tau_0'(t)=\frac{1-\beta'(t)}{1-\alpha'(\tau_0(t))}\quad\text{and}\quad\tau_1'(t)=\frac{1+\alpha'(t)}{1+\beta'(\tau_1(t))}. \tag{12}$$

After differentiating equations (10) and (11) with respect to the variable t, using (12) we obtain

$$\left(\frac{\partial u}{\partial x}-\frac{\partial u}{\partial t}\right)(\alpha(t),t)=\frac{1+\alpha'(t)}{1-\alpha'(t)}\left(\frac{\partial u}{\partial x}+\frac{\partial u}{\partial t}\right)(\beta(\tau_1(t)),\tau_1(t)), \tag{13}$$

$$\left(\frac{\partial u}{\partial x}+\frac{\partial u}{\partial t}\right)(\beta(t),t)=\frac{1-\beta'(t)}{1+\beta'(t)}\left(\frac{\partial u}{\partial x}-\frac{\partial u}{\partial t}\right)(\alpha(\tau_0(t)),\tau_0(t))\,. \tag{14}$$

The identity (13) holds for $t+\alpha(t)>1$, and the identity (14) holds for $\beta(t)-t\ <0$.

Both obtained identities connect with each other traces of variables on the left-hand and right-hand boundaries of the domain. Herewith, since $t>\tau_1(t)$ and $t>\tau_0(t)$, then the points in which values are taken in the left-hand parts of this identities, are "above" than the points, in which values are taken in the right-hand parts of the identities. Therefore, taking into account the boundary conditions (7) and (8) calculated in Case II and Case III, from (13) and (14) we get the proof of the following lemma.

Lemma 1. *The volume wave potential* (1) *satisfies the wave equation* (2)*, the homogeneous initial conditions* (3)*, the boundary condition on the left-hand boundary of the domain*

$$\left(\frac{\partial u}{\partial x}-\frac{\partial u}{\partial t}\right)(\alpha(t),t)=0,\quad at\ \ 0\le t\le T, \tag{15}$$

and the boundary condition on the right-hand boundary of the domain

$$\left(\frac{\partial u}{\partial x}+\frac{\partial u}{\partial t}\right)(\beta(t),t)=0,\quad at\ \ 0\le t\le T. \tag{16}$$

Corollary 1. *The volume wave potential* (1) *is the solution of the initial-boundary value problem* (2), (3), (15), (16).

4. Uniqueness of solution of problem (2)**,** (3)**,** (15)**,** (16) The constructed in Section 3 boundary conditions (15), (16) will uniquely define the volume wave potential (1), if the initial-boundary value problem (2), (3), (15), (16) has no other solutions except (1).

Lemma 2. *The solution of the initial-boundary value problem* (2), (3), (15), (16) *is unique.*

Proof. As usual, by $u_1(x,t)$ and $u_2(x,t)$ we denote two solutions of the initial-boundary value problem (2), (3), (15), (16). Then their difference $u(x,t)=u_1(x,t)-u_2(x,t)$ satisfies the homogeneous wave equation

$$\frac{\partial^2 u(x,t)}{\partial t^2}-\frac{\partial^2 u(x,t)}{\partial x^2}=0,(x,t)\in\Omega, \tag{17}$$

the homogeneous initial conditions (3) and the homogeneous boundary conditions (15), (16).

Generally speaking, the proof must be held separately for cases Case II – Case III, as in Section 3. Here we consider only Case III. The rest cases are considered analogously.

We apply the Green's theorem to the integral

$$0=\iint_{\Omega_{x,t}}\left(\frac{\partial^2 u(\xi,\tau)}{\partial\tau^2}-\frac{\partial^2 u(\xi,\tau)}{\partial\xi^2}\right)d\xi d\tau.$$

Then we obtain the identity

$$\begin{aligned}u\left(\alpha(\tau_0),\tau_0\right)+u\left(\beta(\tau_1),\tau_1\right)-\int_0^{\tau_0}\left[\frac{\partial u}{\partial\tau}(\alpha(\tau),\tau)\alpha'(\tau)+\frac{\partial u}{\partial\xi}(\alpha(\tau),\tau)\right]d\tau\\ +\int_0^{\tau_1}\left[\frac{\partial u}{\partial\tau}(\beta(\tau),\tau)\beta'(\tau)+\frac{\partial u}{\partial\xi}(\beta(\tau),\tau)\right]d\tau-2u(x,t)=0,\end{aligned} \tag{18}$$

where $(\alpha(\tau_0),\tau_0)$ and $(\beta(\tau_1),\tau_1)$ are defined in (9).

In (18) equating firstly $x = \alpha(t)$, and then $x = \beta(t)$, we get two identities. After differentiating these identities with respect to the variable t, we obtain

$$\begin{aligned}(u_x - u_t)(\alpha(t), t)(\alpha'(t) - 1) + (u_x + u_t)(\beta(\tau_1(t)), \tau_1(t))(\alpha'(t) + 1) \\ = 2\frac{d}{dt}u(\alpha(t), t),\end{aligned} \tag{19}$$

$$\begin{aligned}(u_x + u_t)(\beta(t), t)(1 + \beta'(t) - (u_x - u_t)(\alpha(\tau_0(t)), \tau_0(t))(1 - \beta'(t) \\ = 2\frac{d}{dt}u(\beta(t), t)).\end{aligned} \tag{20}$$

Taking into account the homogeneous boundary conditions (15), (16), from (19), (20) we obtain that $u(\alpha(t), t) = Const$ and $u(\beta(t), t) = Const$ for all values $0 \le t \le T$. Taking into account the homogeneous initial conditions (3), from here we find

$$u(\alpha(t), t) = u(\beta(t), t) = 0, \quad \text{at} \ \ 0 \le t \le T. \tag{21}$$

Thus, the function $u(x, t)$ satisfies the homogeneous wave equation (17), the homogeneous initial conditions (3) and the homogeneous boundary conditions (21), that is, it is the solution of the homogeneous first initial-boundary value problem. By virtue of the uniqueness of its solution we have $u(x, t) \equiv 0$ at $(x, t) \in \Omega$. Consequently, $u_1(x, t) \equiv u_2(x, t)$. The Lemma is proved.

5. Formulation of main result

Определение 1. *By the classical solution of the initial-boundary value problem* (2), (3), (15), (16) *we will call a function* $u(x, t)$ *from the class* $u(x, t) \in C^2\left(\overline{\Omega}\right)$ *satisfying Eq.* (2) *and the conditions* (3), (15), (16).

Combining the results of Lemma1 and Lemma 2, we get the main result of the paper.

Theorem 1. *Let* $f(x, t) \in C^1\left(\overline{\Omega}\right)$. *The volume wave potential* (1) *satisfies the wave equation* (2), *the homogeneous initial conditions* (3), *the boundary condition* (15) *on the left-hand boundary of the domain and the boundary condition* (16) *on the right-hand boundary of the domain.*

Inversely, for any $f(x, t) \in C^1\left(\overline{\Omega}\right)$ *the initial-boundary value problem* (2), (3), (15), (16) *has the unique classical solution* $u(x, t) \in C^2\left(\overline{\Omega}\right)$ *and this solution is represented in the form of the wave potential* (1).

Corollary 2. *The boundary conditions* (15), (16) *together with the initial conditions* (3) *uniquely define the volume wave potential* (1), *that is, they are the boundary conditions of the wave potential* (1).

Acknowledgement The authors were supported by the MES RK grant AP05133239.

REFERENCES

1. *Kal'menov T.Sh., Suragan D.* To spectral problems for the volume potential // Doklady Mathematics. 2009. V. 80, № 2. Pp. 646–649.
2. *Kal'menov T.Sh., Suragan D.* A boundary condition and Spectral Problems for the Newton Potentials // Operator Theory: Advances and Applications. 2011. V. 216. Pp. 187–210.
3. *Kal'menov T.Sh., Suragan D.* Boundary conditions for the volume potential for the polyharmonic equation // Differential Equations. 2012. V. 48, № 4. Pp. 604–608.

4. *Kal'menov T.Sh., Tokmagambetov N.E.* On a nonlocal boundary value problem for the multidimensional heat equation in a noncylindrical domain // Siberian Mathematical Journal. 2013. V. 54, № 6. Pp. 1023–1028.
5. *Suragan D., Tokmagambetov N.* On transparent boundary conditions for the high-order heat equation // Siberian Electronic Mathematical Reports. 2013. V. 10. Pp. 141–149.
6. *Kal'menov T.Sh., Suragan D.* Initial-boundary value problems for the wave equation // Electronic Journal of Differential Equations. 2014. V. 2014. Pp. 1–7.
7. *Kal'menov T.Sh., Suragan D.* On permeable potential boundary conditions for the Laplace-Beltrami operator // Siberian Mathematical Journal. 2015. V. 55, № 6. Pp. 1060–1064.
8. *Ruzhansky M., Suragan D.* On Kac's principle of not feeling the boundary for the Kohn Laplacian on the Heisenberg group // Proceedings of the American Mathematical Society. 2016. V. 144. Pp. 709–721.
9. *Sadybekov M.A., Oralsyn G.* Nonlocal initial boundary value problem for the time-fractional diffusion equation // Electronic Journal of Differential Equations. 2017. V. 2017, № 201. Pp. 1–7.
10. *Engquist B. and Majda A.* Radiation boundary conditions for acoustic and elastic wave calculations // Comm. Pure Appl. Math. 1979. V. 32. Pp. 313–357.
11. *Givoli D.* Recent advances in the DtN finite element method for unbounded domains // Arch. Comput. Methods Eng. 1999. V. 6. Pp. 71–116.
12. *Givoli D.* Numerical methods for problems in infinite domains. Elsevier, 2013. V. 33. 299 p.
13. *Givoli D.* Non-reflecting boundary conditions: a review // J. Comput. Phys. 1991. V. 94. Pp. 1–29.
14. *Li J.R., Greengard L.* On the numerical solution of the heat equation I: Fast solvers in free space // J. Comput. Phys. 2007. V. 226. Pp. 1891–1901.
15. *Hagstrom T.* Radiation boundary conditions for the numerical simulation of waves // Acta Numer. 1999. V. 8. Pp. 47–106.
16. *Tsynkov S.V.* Numerical solution of problems on unbounded domains // Appl. Numer. Math. 1998. V. 27. Pp. 465–532.
17. *Saito N.* Data analysis and representation on a general domain using eigenfunctions of Laplacian // Appl. Comput. Harmon. Anal. 2008. V. 25. Pp. 68–97.
18. *Wu X. and Zhang J.* High-order local absorbing boundary conditions for heat equation in unbounded domains // Journal of Computational Mathematics. 2011. V. 1(29). P. 74–90.
19. *Riley K.F., Hobson M.P. and Bence S.J.* Mathematical methods for physics and engineering. Cambridge University Press. 2010. 1333 p.

ABSTRACT

We study a one-dimensional volume wave potential in a domain with curvilinear boundaries. As a kernel of the wave potential we have chosen the fundamental solution of the Cauchy problem. It is well-known that in this case the volume wave potential satisfies one-dimensional initial conditions of Cauchy. We have constructed boundary conditions to which the wave potential satisfies at lateral boundaries of the domain. It is shown that the formulated initial-boundary value problem has the unique classical solution.

Keywords: wave equation, initial-boundary value problem, equation hyperbolic type, boundary condition, wave potential.

[1]*Institute of Mathematics and Mathematical Modeling, Almaty; kalmenov.t@mail.ru*
[2]*Al-Farabi Kazakh National University, Almaty; derbissaly@math.kz*
© T.Sh. Kal'menov[1], B.O. Derbissaly[2], 2019

АННОТАЦИЯ

В работе мы рассматриваем одномерный объемный волновой потенциал в области с криволинейными границами. В качестве ядра волнового потенциала выбрано фундаментальное решение задачи Коши. Хорошо известно, что в этом случае объемный волновой потенциал удовлетворяет однородным начальным условиям Коши. Мы построили краевые условия, которым удовлетворяет волновой потенциал на боковых границах области. Показано, что сформулированная начально-краевая задача имеет единственное классическое решение.

Ключевые слова: Иволновое уравнение, начально-краевая задача, уравнение гиперболического типа, граничное условие, волновой потенциал.

[1]*Институт математики и математического моделирования, Алматы; kalmenov.t@mail.ru*
[2]*Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Алматы; derbissaly@math.kz*
© Т.Ш. Кальменов[1], Б.О. Дербисалы[2], 2019

МАТЕМАТИКА

UDK 517.956

On one inverse problem of reconstructing a subdiffusion process with degeneration from nonlocal data

Sadybekov M.A. – corresponding member of NAS RK, academician of AIAS, Sarsenbi A.

Dedicated to the memory of our Dear Teacher

Nakhushev Adam Maremovich

In recent years, the phenomena of anomalous diffusion has been observed in many fields, such as turbulence, seepage in porous media, pollution control. The demand for appropriate mathematical models is high from biomechanics to geophysics passing by acoustics. A most used approach to depicting a variety of complex anomalous diffusion phenomena is a nonlinear modeling that is generally mathematically challenging to analyze and computationally very expensive to simulate. In addition, the nonlinear models often require some parameters unavailable from experiments or field measurements. As alternative approaches, in recent decades, fractal and fractional derivatives have been found effective in modeling anomalous diffusion processes. The advantage of the fractal or the fractional derivative models over the standard integer-order derivative models is in that it can describe accurately the inherent abnormal-exponential or heavy tail decay processes.

Fractional powers in indicators also arise when describing fractal (multiscale, whole-like) media. In a fractal environment, unlike a continuous medium, a randomly wandering particle moves away from the launch site more slowly, since not all directions of motion become available for it. The slowing down of diffusion in the fractal media is so significant that the physical quantities begin to change more slowly than the first derivative and this effect can be taken into account only in an integral-differential equation containing the time derivative of fractional order:

$$D_t^{\alpha} u(x,t) = A_x u(x,t) + F.$$

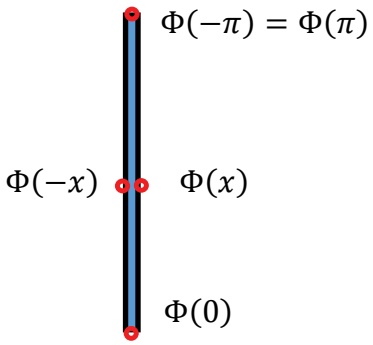
In this paper, we consider an inverse problem close to that investigated in [1], [2]. Together with the solution, it is necessary to find the unknown source term of the equation. The equation contains a fractional derivative with respect to time and an involution with respect to the spatial variable. In contrast to [1], [2], we investigate the problem under nonlocal boundary conditions with respect to the spatial variable. The conditions for determination are initial and final states.

The second main difference in our problem is that the unknown function enters both in the right-hand side of the equation and in the conditions of the initial and final overdeterminations.

Let us consider a problem of modeling the thermal diffusion process which is close to that described in the paper of Cabada and Tojo [2], where an example that describes a concrete situation in physics is given. Consider a closed metal wire (length 2π) wrapped around a thin sheet of insulation material in the manner shown in Figure 1.

Assuming that the position $x = 0$ is the lowest of the wire, and the insulation goes up to the left at $-\pi$ and to the right up to π. Since the wire is closed, points $-\pi$ and π coincide.

The layer of insulation is assumed to be slightly permeable. Therefore, the temperature value from one side affects the diffusion process on the other side. For this reason, the standard heat equation is modified by adding an extra term $\varepsilon \frac{\partial^2 \Phi}{\partial x^2}(-x,t)$ to $\frac{\partial^2 \Phi}{\partial x^2}(x,t)$ (where $|\varepsilon| < 1$). Here $\Phi(x,t)$ is the temperature at point x of the wire at time t.



Puc. 1. The closed metal wire wrapped around a thin sheet of insulation material

We consider a process which is so slow that it is described by an evolution equation with a time fractional derivative:

$$t^{-\beta} D_t^{\alpha} \Phi(x,t) - \Phi_{xx}(x,t) + \varepsilon \Phi_{xx}(-x,t) = f(x), \quad \alpha + \beta > 0, \tag{1}$$

in the domain $\Omega = \{(x,t) : \ -\pi < x < \pi, \ 0 < t < T\}$. Here $f(x)$ stands for an external source that does not change with time; $t = 0$ is an initial time point and $t = T$ is a final one. The derivative D_t^{α} defined, for a differentiable function, as

$$\left(D_t^{\alpha} \varphi\right)(t) = I^{1-\alpha}\left[\frac{d}{dt}\varphi(t)\right], \ 0 < \alpha < 1, \quad t \in [0,T],$$

is the Caputo derivative built on the Riemann-Liouville fractional integral

$$I^{1-\alpha}[\varphi(t)] = \frac{1}{\Gamma(1-\alpha)} \int_0^t \frac{\varphi(s)}{(t-s)^{\alpha}} ds, \ 0 < \alpha < 1, \quad t \in [0,T].$$

Caputo derivative allows to impose initial conditions in a natural way.

As additional information, we take

$$\Phi(x,0) = \phi(x), \quad \Phi(x,T) = \psi(x), \quad x \in [-\pi,\pi]. \tag{2}$$

Since the wire is closed, it is natural to assume that the temperatures at the tips of the wire are equal at all times:

$$\Phi(-\pi,t) = \Phi(\pi,t), \ t \in [0,T]. \tag{3}$$

If we consider a process in which the temperature at one end at every time point t is proportional to the (fractional) rate of change speed of the average value of the temperature throughout the wire, then,

$$\Phi(-\pi,t) = \gamma t^{-\beta} D_t^{\alpha} \int_{-\pi}^{\pi} \Phi(\xi,t)\, d\xi, \ t \in [0,T]; \tag{4}$$

here γ is the proportionality coefficient.

Thus the investigated process is reduced to the following inverse problem: *Find the source term $f(x)$ of the subdiffusion equation* (1)*, and its solution $\Phi(x,t)$ subject to the initial and final conditions* (2)*, the boundary condition* (3)*, and condition* (4).

Let us mention the case when $\alpha = 1$, $\beta = 0$ was examined in [3], [4]. Note that such problems are considered in our paper [5].

1. Reduction of the problem Condition (4) is nonlocal. The integral along inner lines of the domain is present in this condition. Using the idea of Samarskii, we transform this condition. Taking into account equation (1) from (4), we get

$$\Phi(-\pi,t)=\gamma\int_{-\pi}^{\pi}\left\{\Phi_{\xi\xi}(\xi,t)-\varepsilon\Phi_{\xi\xi}(-\xi,t)+f(\xi)\right\}d\xi,\ t\in[0,T].$$

Hence

$$\Phi(-\pi,t)=\gamma(1-\varepsilon)[\Phi_x(\pi,t)-\Phi_x(-\pi,t)]+\gamma\int_{-\pi}^{\pi}f(\xi)\,d\xi,\ t\in[0,T].$$

As was shown in our work [5], for the existence of a solution, it is necessary to satisfy the equality

$$\int_{-\pi}^{\pi}f(\xi)\,d\xi=0. \tag{5}$$

In what follows, we will assume this equality to be fulfilled.

Let us set

$$u(x,t)=\Phi(x,t).$$

Then in terms of the new function $u(x,t)$, we get the following inverse problem: *In the domain* $\Omega=\{(x,t):\ -\pi<x<\pi,\ 0<t<T\}$ *find a right-hand side* $f(x)$ *of the time fractional evolution equation with involution*

$$t^{-\beta}D_t^{\alpha}u(x,t)-u_{xx}(x,t)+\varepsilon u_{xx}(-x,t)=f(x), \tag{6}$$

and its solution $u(x,t)$ *that satisfies one initial condition*

$$u(x,0)=\phi(x),\quad x\in[-\pi,\pi],\quad \alpha+\beta>0, \tag{7}$$

one final condition

$$u(x,T)=\psi(x),\quad x\in[-\pi,\pi], \tag{8}$$

and the boundary condition

$$\begin{cases} u_x(-\pi,t)-u_x(\pi,t)-au(\pi,t)=0, \\ u(-\pi,t)-u(\pi,t)=0, \end{cases}\qquad t\in[0,T], \tag{9}$$

where $\phi(x)$ and $\psi\ (x)$ are given sufficiently smooth functions, $0<\alpha<1$, ε is a nonzero real number such that $|\varepsilon|<1$ and $a=\frac{1}{\gamma(\varepsilon-1)}$. Moreover, we assume that $f(x)$ satisfies condition (5).

In the physical sense, the second of conditions (9) means the equality of the distribution density at the ends of the interval. And the first of conditions (9) means the proportionality of the difference of fluxes across opposite boundaries to the density value at the boundary. We note that in [1] the Dirichlet boundary conditions $u(-\pi,t)=u(\pi,t)=0$ were used instead of condition (9).

Let us mention that the well-posedness of direct and inverse problems for parabolic equations with involution is considered in [6]-[8], and the solvability of various inverse problems for parabolic equations was studied in papers of Anikonov and Belov, Bubnov Prilepko and Kostin, Monakhov, Kozhanov, Kaliev, Sabitov and many others, see [9] and [10]. In [1], good references on related issues are cited. We note [5]-[31] from recent papers close to the theme of our article. In these papers different variants of direct and inverse initial-boundary value

problems for evolution equations are considered, including problems with nonlocal boundary conditions and problems for equations with fractional derivatives.

Problem (6)-(9) for $a = 0$ was considered in [30], and for $a = \beta = 0$ in [31].

Let us finally mention that we will use the Fourier method to solve our problem. Here, we use a spectral problem for ordinary differential operators with involution. Similar spectral problems are considered in [32]-[43].

Definition. *A regular solution* of the inverse problem (6)-(9), is a pair of functions $(u(x,t), f(x))$, $u(x,t) \in C^{2,1}_{x,t}(\overline{\Omega})$, $f(x) \in C[-\pi, \pi]$ satisfying Eq. (6) and conditions (7)-(9).

Definition. *A generalised solution* of the inverse problem (6)-(9), is a pair of functions $(u(x,t), f(x))$, $u(x,t) \in W^{2,1}_2(\Omega) \cap C\left(\overline{\Omega}\right)$, $f(x) \in L_2(-\pi, \pi)$ that satisfy Eq. (6) and conditions (7)-(9) almost everywhere.

2. Spectral problem A similar spectral problem was considered in [4].

The use of the Fourier method for solving problem (6)–(9) leads to a spectral problem for the operator $\mathcal{L}$ given by the differential expression

$$\mathcal{L}X(x) \equiv -X''(x) + \varepsilon X''(-x) = \lambda X(x), \ -\pi < x < \pi, \tag{10}$$

and the boundary conditions

$$\begin{cases} X'(-\pi) - X'(\pi) - aX(\pi) = 0, \\ X(-\pi) - X(\pi) = 0, \end{cases} \tag{11}$$

where λ is the spectral parameter.

Spectral problems for Eq. (10) were first considered, apparently, in [34]. There was considered cases of Dirichlet and Neumann boundary conditions, and cases of conditions in the form (11) for $a = 0$. Here we consider the case $a > 0$.

We search a solution of Eq. (10) in the form:

$$X(x) = A\sin(\mu_1 x) + B\cos(\mu_2 x), \quad \mu_1 = \sqrt{\frac{\lambda}{1+\varepsilon}}, \quad \mu_2 = \sqrt{\frac{\lambda}{1-\varepsilon}},$$

where A and B are arbitrary complex numbers. The boundary conditions (11) lead to equations

$$\sin(\mu_1 \pi) = 0, \quad \tan(\mu_2 \pi) = \frac{a}{2\mu_2}.$$

Therefore, the spectral problem (10)-(11) has two series of eigenvalues:

$$\lambda_{k,1} = (1+\varepsilon)k^2, \ k \in \mathbb{N};$$

$$\lambda_{k,2} = (1-\varepsilon)(k+\delta_k)^2, \ \delta_k = \frac{a}{k+1}O(1) > 0, \ k \in \mathbb{N}_0 \equiv \mathbb{N} \cup \{0\},$$

with corresponding normalized eigenfunctions given by

$$X_{k,1}(x) = \frac{1}{\sqrt{\pi}}\sin(kx), \quad k \in \mathbb{N}; \quad X_{k,2}(x) = \nu_k \cos((k+\delta_k)x), \ k \in \mathbb{N}_0; \tag{12}$$

here ν_k is the normalization coefficient:

$$\nu_k^{-2} = \|\cos((k+\delta_k)x)\|^2 = \pi + \frac{a^2}{(k+\delta_k)\left[a^2 + (k+\delta_k)^2\pi^2\right]}.$$

It is easy to see that system (12) is simultaneously a system of eigenfunctions for the Sturm-Liouville operator

$$\mathcal{L}_1 X(x) \equiv -X''(x) = \lambda X(x), \ -\pi < x < \pi,$$

with the self-adjoint boundary conditions (11) corresponding to the eigenvalues

$$\hat{\lambda}_{k,1} = k^2, \ k \in \mathbb{N}; \quad \hat{\lambda}_{k,2} = (k+\delta_k)^2, \ k \in \mathbb{N}_0.$$

Consequently, system (12) forms an orthonormal basis of $L_2(-\pi, \pi)$.

3. Uniqueness of the solution Let the pair of functions $(u(x,t), f(x))$ be a solution of the inverse problem (6)-(9). Let us set

$$u_{k,i}(t) = \int_{-\pi}^{\pi} u(x,t) X_{k,i}(x)\, dx, \quad f_{k,i} = \int_{-\pi}^{\pi} f(x) X_{k,i}(x)\, dx, \ i = 1,2. \tag{13}$$

We apply the operator $t^{-\beta} D^{\alpha}$ to $u_{k,i}(t)$. Then, using Eq. (6) and integrating by parts, we obtain the problem

$$t^{-\beta} D^{\alpha} u_{k,i}(t) + \lambda_{k,i} u_{k,i}(t) = f_{k,i}, \quad 0 < t < T, \quad i = 1,2; \tag{14}$$

$$u_{k,i}(0) = \phi_{k,i}, \quad i = 1,2; \tag{15}$$

$$u_{k,i}(T) = \psi_{k,i}, \quad i = 1,2, \tag{16}$$

where

$$\phi_{k,i} = \int_{-\pi}^{\pi} \phi(x) X_{k,i}(x)\, dx, \ \ \psi_{k,i} = \int_{-\pi}^{\pi} \psi(x) X_{k,i}(x)\, dx,$$

It is easy to see that the function $\tilde{u}_{k,1}(t) = (\lambda_{k,i})^{-1} f_{k,i}$ is a partial solution of the inhomogeneous equation (14). Using the general solution of the homogeneous equation (14), which is constructed in ([44], p. 233) for $\alpha + \beta > 0$, we get

$$u_{k,i}(t) = \frac{f_{k,i}}{\lambda_{k,i}} + C_{k,i} E_{\alpha, 1+\frac{\beta}{\alpha}, \frac{\beta}{\alpha}}\left(-\lambda_{k,i}\, t^{\alpha+\beta}\right), \quad 0 < t < T, \quad i = 1,2,$$

where $E_{\alpha+\beta,1,1-\alpha}$ is the generalized Mittag-Leffler function ([43], p. 48):

$$E_{\alpha, 1+\frac{\beta}{\alpha}, \frac{\beta}{\alpha}}(z) = \sum_{k=0}^{\infty} c_k z^k; \ \ c_0 = 1, \ c_k = \prod_{j=0}^{k-1} \frac{\Gamma(j(\alpha+\beta)+\beta+1)}{\Gamma(j(\alpha+\beta)+\alpha+\beta+1)}, \ k \in \mathbb{N}$$

and the constants $C_{k,i}$ and $f_{k,i}$ are unknown.

To find these constants, we use conditions (15) and (16). From (15), we obtain a unique solution of the Cauchy problem (14)-(15) in the form

$$u_{k,i}(t) = \left[1 - E_{\alpha, 1+\frac{\beta}{\alpha}, \frac{\beta}{\alpha}}\left(-\lambda_{k,i}\, t^{\alpha+\beta}\right)\right] \frac{f_{k,i}}{\lambda_{k,i}} + (\phi_{k,i})\, E_{\alpha, 1+\frac{\beta}{\alpha}, \frac{\beta}{\alpha}}\left(-\lambda_{k,i}\, t^{\alpha+\beta}\right). \tag{17}$$

Since $\lambda_{k,i} > 0$, then by virtue of the well-known asymptotics [44]:

$$\left| E_{\alpha, 1+\frac{\beta}{\alpha}, \frac{\beta}{\alpha}}(z) \right| \le \frac{M}{1+|z|}, \ \arg(z) = \pi, \ |z| \to \infty, \ M = Const > 0, \tag{18}$$

$T \gg 1$, the estimate

$$1-E_{\alpha,1+\frac{\beta}{\alpha},\frac{\beta}{\alpha}}\left(-\lambda_{k,i}\, T^{\alpha+\beta}\right) \geq m^* > 0, \tag{19}$$

holds; the constant m^* does not depend on values of the indices k, i.

Therefore, using condition (16), we get

$$f_{k,i} = \lambda_{k,i}\frac{\psi_{k,i} - \phi_{k,i}E_{\alpha,1+\frac{\beta}{\alpha},\frac{\beta}{\alpha}}\left(-\lambda_{k,i}\, T^{\alpha+\beta}\right)}{1 - E_{\alpha,1+\frac{\beta}{\alpha},\frac{\beta}{\alpha}}\left(-\lambda_{k,i}\, T^{\alpha+\beta}\right)}. \tag{20}$$

Lemma. *If* (19) *holds for all values of the indices* k, i*, then the solution* $(u(x,t), f(x))$ *of the inverse problem* (6)-(9) *is unique.*

Proof. Suppose that there are two solutions $(u_1(x,t), f_1(x))$ and $(u_2(x,t), f_2(x))$ of the inverse problem (6)-(9). Set

$$u\,(x,t) = u_1\,(x,t) - u_2\,(x,t)\,, \quad f\,(x) = f_1\,(x) - f_2\,(x)\,.$$

Then the functions $u(x,t)$ and $f(x)$ satisfy Eq. (6), the boundary conditions (9) and the homogeneous conditions (7) and (8):

$$u\,(x,0) = u(x,T) = 0, \quad x \in [-\pi,\pi].$$

Therefore, by using (13) from (20), we find $f_{k,i} = 0$.

Whereupon, from (17) and (20), we find

$$u_{k,i}\,(t) \equiv \int_{-\pi}^{\pi} u(x,t)X_{k,i}\,(x)\,dx = 0,\ f_{k,i} \equiv \int_{-\pi}^{\pi} f(x)X_{k,i}\,(x)\,dx = 0$$

for all values of the indices $k \in \mathbb{N}$ for $i = 1$ and $k \in \mathbb{N}_0$ for $i = 2$. Furthermore, by the completeness of system (12) in $L_2\,(-\pi,\pi)$, we obtain

$$u\,(x,t) \equiv 0,\ f\,(x) \equiv 0 \ \text{ for all } \ (x,t) \in \overline{\Omega}.$$

The uniqueness of the solution of the inverse problem (6)-(9) is verified.

4. Construction of a formal solution As the eigenfunctions system (12) forms an orthonormal basis in $L_2\,(-\pi,\pi)$, the unknown functions $u(x,t)$ and $f\ (x)$ can be formally represented as

$$u\,(x,t) = \sum_{k=1}^{\infty} u_{k,1}\,(t)\,X_{k,1}\,(x) + \sum_{k=0}^{\infty} u_{k,2}\,(t)\,X_{k,2}\,(x), \tag{21}$$

$$f\,(x) = \sum_{k=1}^{\infty} f_{k,1}X_{k,1}\,(x) + \sum_{k=0}^{\infty} f_{k,2}X_{k,2}\,(x), \tag{22}$$

where $u_{k,1}\,(t)$ and $u_{k,2}\,(t)$ are unknown functions; $f_{k,1}$ and $f_{k,2}$ are unknown constants.

Substituting (21) and (22) into equation (6), we obtain the inverse problems (14)-(16). If the constants $\sigma_{k,i}$ are assumed to be given, then the solutions of these inverse problems exist, are unique and are represented by formulas (17) and (20). Substituting (17) and (20) into series (21) and (22), we obtain a formal solution of the inverse problem (6)-(9).

Indeed, from (5) and Eq. (1) we have

$$0 = \int_{-\pi}^{\pi} f\,(\xi)\,d\xi = \int_{-\pi}^{\pi} t^{-\beta}D_t^{\alpha}\Phi\,(\xi,t)\,d\xi - \int_{-\pi}^{\pi}\Big\{\Phi_{\xi\xi}\,(\xi,t) + \varepsilon\Phi_{\xi\xi}\,(-\xi,t)\Big\}d\xi.$$

For the first integral, we apply condition (4), and calculate the second integral. Then we obtain

$$0 = (1-\varepsilon)\left[\Phi_x(-\pi,t) - \Phi_x(\pi,t) + \frac{1}{\gamma(1-\varepsilon)}\Phi(-\pi,t)\right].$$

This means that the boundary conditions (4) and (9) coincide. Hence, problems (6)-(9) and (1)-(4) also coincide.

Thus, in what follows we shall consider problem (1)-(3) with the boundary condition

$$\Phi_x(-\pi,t) - \Phi_x(\pi,t) - a\,\Phi(-\pi,t) = 0. \tag{23}$$

Thus, in what follows we will consider the inverse problem (1)-(3), (23).

Similarly, as before, the formal solution of this problem can be constructed in the form of series

$$\Phi(x,t) = \sum_{k=1}^{\infty} \Phi_{k,1}(t)\, X_{k,1}(x) + \sum_{k=0}^{\infty} \Phi_{k,2}(t)\, X_{k,2}(x), \tag{24}$$

$$f(x) = \sum_{k=1}^{\infty} f_{k,1} X_{k,1}(x) + \sum_{k=0}^{\infty} f_{k,2} X_{k,2}(x), \tag{25}$$

where

$$\Phi_{k,i}(t) = \left(\phi_{k,i} - \frac{f_{k,i}}{\lambda_{k,i}}\right) E_{\alpha,1+\frac{\beta}{\alpha},\frac{\beta}{\alpha}}\left(-\lambda_{k,i}\, t^{\alpha+\beta}\right) + \frac{f_{k,i}}{\lambda_{k,i}}\,, \tag{26}$$

$$f_{k,i} = \lambda_{k,i} \frac{\psi_{k,i} - \phi_{k,i} E_{\alpha,1+\frac{\beta}{\alpha},\frac{\beta}{\alpha}}\left(-\lambda_{k,i}\, T^{\alpha+\beta}\right)}{1 - E_{\alpha,1+\frac{\beta}{\alpha},\frac{\beta}{\alpha}}\left(-\lambda_{k,i}\, T^{\alpha+\beta}\right)}. \tag{27}$$

In order to complete our study, it is necessary, to justify the smoothness of the resulting formal solutions and the convergence of all appearing series.

5. Main results Here we present the existence and uniqueness results for our inverse problem.

Theorem. *Let $a > 0$, $\alpha + \beta > 0$ and T be large enough that condition* (19) *holds for all values of the indices k, i.*
(A) Let $\phi(x)$, $\psi(x) \in W_2^2(-\pi,\pi)$ and satisfy the boundary conditions (11). *Then, for a real number ε such that $|\varepsilon| < 1$, the inverse problem* (1)-(3), (23) *has a unique generalized solution, which is stable in norm:*

$$\left\|t^{-\beta} D_t^{\alpha}\Phi\right\|^2_{L_2(\Omega)} + \|\Phi_{xx}\|^2_{L_2(\Omega)} + \|f\|^2_{L_2(-\pi,\pi)} \le C\left\{\|\phi\|^2_{W_2^2(-\pi,\pi)} + \|\psi\|^2_{W_2^2(-\pi,\pi)}\right\},$$

where the constant C does not depend on $\phi(x)$, $\psi(x)$.
(B) Let $\phi(x), \psi(x) \in C^4[-\pi,\pi]$ and the functions $\phi(x), \psi(x)$ and $\phi''(x)$, $\psi''(x)$ satisfy the boundary conditions (11), *then, for a real number ε such that $|\varepsilon| < 1$, the inverse problem* (1)-(3), (23) *has a unique regular solution.*

Proof. The generalized Mittag-Leffler function's estimates (18) and (19) are known. Therefore, from representations (17) и (20), we get estimates

$$|f_{k,i}| \le C_1 |\lambda_{k,i}| \Big\{ |\phi_{k,i}| + |\psi_{k,i}| \Big\}, \tag{28}$$

$$|\Phi_{k,i}(t)| \le C_1 \Big\{ |\phi_{k,i}| + |\psi_{k,i}| \Big\}, \tag{29}$$

where the constant C_1 does not depend on the indices k, i and on the functions $\phi(x), \psi(x)$. Since the eigenfunctions system (12) forms an orthonormal basis in $L_2(-\pi, \pi)$, then by virtue of the Parseval equality, it is easy to obtain estimates

$$\|f\|^2_{L_2(-\pi,\pi)} \le C \left\{ \|\phi''\|^2_{L_2(-\pi,\pi)} + \|\psi''\|^2_{L_2(-\pi,\pi)} \right\}, \tag{30}$$

$$\|\Phi_{xx}\|^2_{L_2(\Omega)} \le C \left\{ \|\phi''\|^2_{L_2(-\pi,\pi)} + \|\psi''\|^2_{L_2(-\pi,\pi)} \right\}. \tag{31}$$

In deriving these inequalities, we use the fact that the functions $\phi(x), \psi(x)$ satisfy the boundary conditions (11). Now we can easily obtain an estimate for $t^{-\beta} D^{\alpha}_t \Phi(x,t)$ from Eq. (6). This together with (30) and (31) gives the necessary estimate for the solution.

From the obtained estimates it also follows that in the constructed formal solution of the inverse problem all the series converge, they can be term-by-term differentiated, and the series obtained during differentiation also converge in the metrics of L_2.

From (21) and (29), by using Holder's inequality, it is easy to justify the inequality

$$\max_{(x,t)\in\overline{\Omega}} |\Phi(x,t)|^2 \le C \left\{ \|\phi''\|^2_{L_2(-\pi,\pi)} + \|\psi''\|^2_{L_2(-\pi,\pi)} \right\},$$

which justifies the continuity of $\Phi(x,t)$ in the closed domain $\overline{\Omega}$.

From the representation of the solution in the form of series (21), (22) and inequalities (28), (29), it is easy to justify estimate

$$|\Phi_{xx}(x,t)| + |\Phi_{tt}(x,t)| + |f(x)| \le C \sum_{k=1}^{\infty} |\lambda_{k,i}|^2 \Big\{ |\phi_{k,i}| + |\psi_{k,i}| \Big\}. \tag{32}$$

Let $\phi(x), \psi(x) \in C^4[-\pi, \pi]$ and the functions $\phi(x), \psi(x)$ and $\phi''(x)$, $\psi''(x)$ satisfy the boundary conditions (11), then the series in the right-hand side of (32) converges. Therefore, in such case, the formal solution gives the regular solution of the inverse problem (6)-(9). The Theorem is completely proved.

Acknowledgement The first author was supported by the MES RK grant AP05133271, and the second author was supported by the MES RK grant AP05131225.

REFERENCES

1. *Ahmad B., Alsaedi A., Kirane M., Tapdigoglu R.G.* An in-verse problem for space and time fractional evolution equations with an involution perturbation // Quaestiones Mathematicae. 2017. V. 40, № 2. Pp. 151–160. DOI: 10.2989/16073606.2017.1283370.
2. *Cabada A., Tojo A.F.* Equations with involutions, Workshop on Differential Equations // Malla Moravka, Czech Republic. 2014. 240 p. Available from: http://users.math.cas.cz/sremr/wde2014/prezentace/cabada.pdf.
3. *Sadybekov M., Dildabek G., Ivanova M.* On an inverse problem of reconstructing a heat conduction process from nonlocal data // Advances in Mathematical Physics. (Article № 8301656). 2018. Pp. 1–8.
4. *Dildabek G., Ivanova M.* On a class of inverse problems on a source restoration in the heat conduction process from nonlocal data // Mathematical Journal. 2018. V. 18, № 2. Pp. 87–106.
5. *Kirane M., Sadybekov M.A., Sarsenbi A.A.* On an inverse problem of reconstructing a subdiffusion process from nonlocal data // Mathematical Methods in the Applied Sciences. 2018 (Accepted for publication). Pp. 1–10.

6. *Ashyralyev A., Sarsenbi A.* Well-posedness of a parabolic equation with nonlocal boundary condition // Boundary Value Problems. 2015. № 38. DOI: 10.1186/s13661-015-0297-5.
7. *Kirane M., Al-Salti N.* Inverse problems for a nonlocal wave equation with an involution perturbation // J. Nonlinear Sci. Appl. 2016. V. 9. Pp. 1243–1251.
8. *Ashyralyev A., Sarsenbi A.* Well-Posedness of a Parabolic Equation with Involution // Numerical Functional Analysis and Optimization. 2017. Pp. 1–10. DOI: 10.1080/01630563.2017.1316997
9. *Orazov I., Sadybekov M.A.* One nonlocal problem of determination of the temperature and density of heat sources // Russian Math. 2012. V. 56, № 2. Pp. 60–64. DOI: 10.3103/S1066369X12020089.
10. *Orazov I., Sadybekov M.A.* On a class of problems of determining the temperature and density of heat sources given initial and final temperature // Sib. Math. J. 2012. V. 53, № 1. Pp. 146–151. DOI: 10.1134/S0037446612010120.
11. *Ivanchov M.I.* Some inverse problems for the heat equation with nonlocal boundary conditions // Ukrainian Mathematical Journal. 1993. V. 45, № 8. Pp. 1186–1192.
12. *Kaliev I.A., Sabitova M.M.* Problems of determining the temperature and density of heat sources from the initial and final temperatures // Journal of Applied and Industrial Mathematics. 2010. V. 4, № 3. Pp. 332–339. DOI: 10.1134/S199047891003004X.
13. *Kaliev I.A., Mugafarov M.F., Fattahova O.V.* Inverse problem for forwardbackward parabolic equation with generalized conjugation conditions // Ufa Mathematical Journal. 2011. V. 3, № 2. Pp. 33–41.
14. *Kirane M., Malik A.S.* Determination of an unknown source term and the temperature distribution for the linear heat equation involving fractional derivative in time // Appl. Math. Comput. 2011. V. 218, № 1. Pp. 163–170. DOI: 10.1016/j.amc.2011.05.084.
15. *Ismailov M.I., Kanca F.* The inverse problem of finding the time-dependent diffusion coefficient of the heat equation from integral overdetermination data // Inverse Problems in Science and Engineering. 2012. V. 20. Pp. 463?-476. DOI: 10.1080/17415977.2011.629093.
16. *Kirane M., Malik A.S., Al-Gwaiz M.A.* An inverse source problem for a two dimensional time fractional diffusion equation with nonlocal boundary conditions // Math. Methods Appl. Sci. 2013. V. 36, № 9. Pp. 1056–1069. DOI: 10.1002/mma.2661.
17. *Ashyralyev A., Sharifov Y.A.* Counterexamples in inverse problems for parabolic, elliptic, and hyperbolic equations // Advances in Difference Equations. 2013. V. 2013, № 173. Pp. 797–810. DOI: 10.1186/1687-1847-2013-173.
18. *Kanca F.* Inverse coefficient problem of the parabolic equation with periodic boundary and integral overdetermination conditions // Abstract and Applied Analysis. 2013. V. 2013. (Article № 659804). Pp. 1–7. DOI: 10.1155/2013/659804.
19. *Lesnic D., Yousefi S.A., Ivanchov M.* Determination of a time-dependent diffusivity form nonlocal conditions // Journal of Applied Mathematics and Computation. 2013. V. 41. Pp. 301?-320. DOI: 10.1007/s12190-012-0606-4.
20. *Miller L., Yamamoto M.* Coefficient inverse problem for a fractional diffusion equation // Inverse Problems. 2013. V. 29, № 7. (Article № 075013). Pp. 1–8. DOI: 10.1088/0266-5611/29/7/075013.
21. *Li G., Zhang D., Jia X., Yamamoto M.* Simultaneous inversion for the space-dependent diffusion coefficient and the fractional order in the time-fractional diffusion equation // Inverse Problems. 2013. V. 29, № 6. (Article № 065014). Pp. 1–36. DOI: 10.1088/0266-5611/29/6/065014.
22. *Kostin A.B.* Counterexamples in inverse problems for parabolic, elliptic, and hyperbolic equations // Computational Mathematics and Mathematical Physics. 2014. V. 54, № 5. Pp. 797–810. DOI: 10.1134/S0965542514020092.
23. *Ashyralyev A., Hanalyev A.* Well-posedness of nonlocal parabolic differential problems with dependent operators // The Scientific World Journal. 2014. V. 2014. (Article № 519814). Pp. 1–11. DOI: 10.1155/2014/519814.
24. *Ashyralyev A., Sarsenbi A.* Well-posedness of a parabolic equation with nonlocal boundary condition // Boundary Value Problems. 2015. V. 2015, № 1. DOI: 10.1186/s13661-015-0297-5.

25. *Orazov I., Sadybekov M.A.* On an inverse problem of mathematical modeling of the extraction process of polydisperse porous materials // AIP Conference Proceedings. 2015. V. 1676. (Article № 020005). DOI: 10.1063/1.4930431.
26. *Orazov I., Sadybekov M.A.* One-dimensional diffusion problem with not strengthened regular boundary conditions // AIP Conference Proceedings. 2015. V.1690. (Article № 040007). DOI: 10.1063/1.4936714
27. *Tuan N.H., Hai D.N.D., Long L.D., Thinh N.V., Kirane M.* On a Riesz-Feller space fractional backward diffusion problem with a nonlinear source // J. Comput. Appl. Math. 2017. V. 312. Pp. 103–126. DOI: 10.1016/j.cam.2016.01.003.
28. *Sadybekov M., Oralsyn G., Ismailov M.* An inverse problem of finding the time-dependent heat transfer coefficient from an integral condition // International Journal of Pure and Applied Mathematics. 2017. V. 113, № 4. Pp. 139–149. DOI: 10.12732/ijpam.v113i4.13.
29. *Tuan N.H., Kirane M., Hoan L.V.C., Long L.D.* Identification and regularization for unknown source for a time-fractional diffusion equation // Computers & Mathematics with Applications. 2017. V. 73, № 6. Pp. 931–950. DOI: 10.1016/j.camwa.2016.10.002.
30. *Torebek B.T., Tapdigoglu R.* Some inverse problems for the nonlocal heat equation with Caputo fractional derivative // Math Meth Appl Sci. 2017. V. 40. Pp. 6468–6479. DOI: 10.1002/mma.4468.
31. *Kirane M. Samet, B., Torebek B.T.* Determination of an unknown source term temperature distribution for the sub-diffusion equation at the initial and final data // Electronic Journal of Differential Equations. 2017. V. 2017. (Article № 257). Pp. 1–13.
32. *Sarsenbi A.M.* Unconditional bases related to a nonclassical second-order differential operator // Differential Equations. 2010. V. 46, № 4. Pp. 506–511. DOI: 10.1134/S0012266110040051.
33. *Kurdyumov V.P., Khromov A.P.* The Riesz bases consisting of eigen and associated functions for a functional differential operator with variable structure // Russian Mathematics. 2010. V. 2. Pp. 39–52. DOI: 10.3103/S1066369X10020052.
34. *Sarsenbi A., Tengaeva A.A.* On the basis properties of root functions of two generalized eigenvalue problems // Differential Equations. 2012. V. 48, № 2. Pp. 306–308. DOI: 10.1134/S0012266112020152.
35. *Sadybekov M.A., Sarsenbi A.M.* Criterion for the basis property of the eigenfunction system of a multiple differentiation operator with an involution // Differential Equations. 2012. V. 48, № 8. Pp. 1112–1118. DOI: 10.1134/S001226611208006X.
36. *Kopzhassarova A., Sarsenbi A.* Basis Properties of Eigenfunctions of Second Order Differential Operators with Involution // Abstr. Appl. Anal. 2012. V. 2012. (Article № 576843). Pp. 1–6. DOI: 10.1155/2012/576843.
37. *Kopzhassarova A.A., Lukashov A.L., Sarsenbi A.M.* Spectral Properties of non-self-adjoint perturbations for a spectral problem with involution // Abstr. Appl. Anal. 2012. V. 2012. (Article № 590781). DOI: 10.1155/2012/590781.
38. *Sarsenbi A., Sadybekov M.* Eigenfunctions of a fourth order operator pencil // AIP Conference Proceedings. 2014. V. 1611. Pp. 241–245. DOI: 10.1063/1.4893840.
39. *Kritskov L.V., Sarsenbi A.M.* Spectral properties of a nonlocal problem for the differential equation with involution // Differential Equations. 2015. V. 51, № 8. Pp. 984–990. DOI: 10.1134/S0012266115080029.
40. *Kritskov L.V., Sarsenbi A.M.* Basicity in L_p of root functions for differential equations with involution // Electron. J. Differ. Equ. 2015. V. 2015, № 278.
41. *Sadybekov M.A., Sarsenbi A., Tengayeva A.* Description of spectral properties of a generalized spectral problem with involution for differentiation operator of the second order // AIP Conference Proceedings. 2016. V. 1759. (Article № 020154). DOI: 10.1063/1.4959768.
42. *Baskakov A.G., Krishtal I.A., Romanova E.Y.* Spectral analysis of a differential operator with an involution // Journal of Evolution Equations. 2017. V. 17, № 2. Pp. 669–684. DOI: 10.1007/s00028-016-0332-8.

43. *Kritskov L.V., Sarsenbi A.M.* Riesz basis property of system of root functions of second-order differential operator with involution // Differential Equations. 2017. V. 53, № 1. Pp. 33–46. DOI: 10.1134/S0012266117010049.
44. *Kilbas A.A., Srivastava H.M., Trujillo J.J.* Theory and applications of fractional differential equations. North-Holland Mathematics Studies 204, Elsevier. 2006.

ABSTRACT

In this article we consider an inverse problem for one-dimensional degenerate fractional heat equation with involution and with periodic boundary conditions with respect to a spatial variable. This problem simulates the process of heat propagation in a thin closed wire wrapped around a weakly permeable insulation. The inverse problem consists in the restoration (simultaneously with the solution) of an unknown right-hand side of the equation, which depends only on the spatial variable. The conditions for redefinition are initial and final states. Existence and uniqueness results for the given problem are obtained via the method of separation of variables.

Keywords: inverse problem, heat equation, equation with involution, subdiffusion process, equation with degeneration, periodic boundary conditions, method of separation of variables.

[1]*Institute of Mathematics and Mathematical Modeling, Almaty; makhmud-s@mai.ru*
[2]*M. Auezov South Kazakhstan State University, Shymkent; sadybekov@math.kz*

© M.A. Sadybekov[1],
A.A. Sarsenbi[2], 2019

АННОТАЦИЯ

В этой статье рассматривается одна обратная задача для одномерного вырождающегося уравнения дробной теплопроводности с инволюцией и с периодическими граничными условиями относительно пространственной переменной. Эта проблема имитирует процесс распространения тепла в тонкой замкнутой проволоке, обернутой вокруг слабо проницаемой изоляции. Обратная задача состоит в восстановлении (одновременно с решением) уравнения неизвестная правая часть уравнения, зависящая только от пространственная переменная. Условиями переопределения являются начальное и конечное состояния. Результаты существования и единственности для данной задачи получены методом разделения переменных.

Ключевые слова: обратная задача, уравнение теплопроводности, уравнение с инволюцией, субдиффузионный процесс, уравнение с вырождением, периодические граничные условия, метод разделения переменных.

[1]*Институт математики и математического моделирования, Алматы; sadybekov@math.kz*
[2]*Южно-Казахстанский государственный университет им. М. Ауезова, Шымкент; abdisalam@mail.ru*

© М.А. Садыбеков[1],
А.А. Сарсенби[1,2], 2019

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

УДК 517.958:5

Об одной математической модели распространения пассионарности

Кенетова Р.О.
Представлено академиком АМАН В.А. Нахушевой

Посвящается учителю А.М. Нахушеву

В современных условиях возрастает роль математического моделирования в анализе и прогнозе социальных процессов, межэтнических и межнациональных отношений. Межэтнические отношения реализуются через взаимодействие особей этносов, в особенности их пассионариев во времени и пространстве. Система отношений между этносами, проживающими в одной среде обитания, является синергетической и, следовательно, при их моделировании могут быть использованы методы теории самоорганизации [1] и нелинейного анализа.

Согласно Л.Н. Гумилеву [2] пассионарии - это особи, пассионарный импульс поведения которых превышает величину импульса инстинкта самосохранения. Здесь пассионарный импульс означает поведенческий импульс, направленный против инстинкта самосохранения. Пассионарное поле - поле, обусловленное наличием биохимической энергии, а этническое поле - поле поведения и аттрактивности членов этнической системы, возникающей на основе пассионарного поля [3, с. 115]. Нет сомнений в том, что на фазе подъема в процессе внутриэтнической эволюции необходимым условием стабилизации межэтнических отношений является гармония межпассионарных отношений.

Существенной особенностью межэтнических отношений является неразрывное взаимодействие значительного числа случайных событий и явлений в едином процессе, который можно интерпретировать как синергетическую систему. Следовательно, проблемы межэтнических и межнациональных отношений требуют привлечения, наряду с классическими математическим и статистическим анализами, теории вероятности, информатики, теории катастроф и синергетики Г. Хакена.

Система межэтнических отношений двух этносов X и Y, которые связаны между собой одним информационным пространством и одной средой обитания Ω, информационно изолированы от внешней среды.

В среде обитания Ω существует надежная система информационной связи, функционирующая в реальном масштабе времени t, и межэтнические отношения во временном интервале $0 < t < T$ определяются в основном их активным взаимодействием на информационном уровне.

В этносе Y в момент времени $t \in [0, T]$ имеется $y = y(t)$ людей, обладающих определенной системой информации S_{in}, весьма важной в гармонизации межэтнических отношений, а в этносе X – нет таковых. Этнос X в этот момент имеет $x = x(t)$ информации S_{in}, т.е. восприимчивых к S_{in}, а этнос Y $v(t)$ – индивидуумов.

Представители этноса Y численностью $y(t)$ в любой момент времени t от начального $t = 0$ до расчетного $t = T$ ведут активную информационную борьбу с $v(t)$ людьми своего этноса и с $x(t)$ из этноса X на предмет увеличения численности индивидуумов в среде обитания Ω, владеющих системой информации S_{in}.

Общая численность людей среды обитания остается неизменной во временном сегменте $0 \leq t \leq T$, и эта численность

$$m = x_0 + y_0 + v_0, \tag{1}$$

где

$$x(0) = x_0, \tag{2}$$

$$y(0) = y_0, \tag{3}$$

$$v(0) = v_0. \tag{4}$$

$z(t) = m - x(t) - y(t) - v(t)$ – численность индивидуумов в среде Ω, которые в момент времени $t \in [0, T]$, изолированной от системы S_{in} может произойти в том и только в том случае, когда он удален из среды обитания Ω или полностью воспринял систему информации S_{in} и принял обязательство не вести информационную борьбу с целью увеличения численности людей, владеющих этой системой [4].

По аналогии с детерминистической моделью теории эпидемии можно предположить следующую математическую модель информационного взаимодействия людей в среде обитания Ω:

$$\frac{dx}{dt} = -\beta xy, \tag{5}$$

$$\frac{dy}{dt} = \beta xy + \delta vy - \gamma y, \tag{6}$$

$$\frac{dv}{dt} = -\delta vy, \tag{7}$$

$$\frac{dz}{dt} = \gamma y. \tag{8}$$

Здесь, в этой модели, β, δ – постоянные величины – коэффициенты инормационного взаимодействия, и предполагается, что в интервале времени $dt \equiv \Delta t$ численность людей, обладающих S_{in};покидает вследствие их изоляции $\gamma y(t)dt$ индивидуумов, где γ – постоянный коэффициент покидания или изоляции.

Из системы четырех дифференциальных уравнений (5)-(7) после их почленного сложения получаем:

$$\frac{d}{dt}\big[x(t) + y(t) + v(t) + z(t)\big] = 0. \tag{9}$$

Гипотеза (1) говорит о том, что

$$z(0) = 0. \tag{10}$$

Уравнение (9) вместе с условиями Коши (2)-(4) и (10) показывают, что

$$x(t) + y(t) + v(t) + z(t) = m, \qquad 0 \le t \le T. \tag{11}$$

Равенство (11) согласуется с нашим предположением о неизменности общей численности людей в среде Ω во временном сегменте $[0, T]$.

При $\beta \neq 0$ из уравнений (5) и (8) имеем:

$$\frac{dx}{dz} = -\rho x, \qquad \rho = \frac{\gamma}{\beta}. \tag{12}$$

Число ρ, как и в теории эпидемии, характеризует относительную частоту удаления (изоляции).

В силу (2) и (10) дифференциальное уравнение (12) эквивалентно уравнению

$$x(t) = x_0 \exp\big[-\frac{z(t)}{\rho}\big]. \tag{13}$$

Аналогично из (7) и (8) в соответствии с (4) получим:

$$\frac{dv}{dz} = -\rho v \to v(t) = v_0 \exp\big[-\frac{z(t)}{\rho_0}\big], \rho_0 = \frac{\gamma}{\delta}. \tag{14}$$

Подставляя в уравнение (8) значение $y(t)$ из (11) и взяв $x(t)$ и $v(t)$ из формулы (13), (14) получим, что $z = z(t)$ удовлетворяет уравнению:

$$\frac{dz}{dt} = \gamma\big[m - z - x_0 \exp\big[-\frac{z}{\rho}\big] - v_0 \exp\big[-\frac{z}{\rho}\big]\big]. \tag{15}$$

и начальному условию (10).

Из уравнения (6) непосредственно вытекает интуитивно ясное заключение о том, что система информации S_{in} в среде обитания Ω не будем распространяться, если $y_0(\beta x_0 - \gamma + \delta v_0)$ не будет положительным числом.

Пусть

$$y_0 > 0, \rho < x_0 + \frac{\delta v_0}{\beta}. \tag{16}$$

Как видно из (10), (15) и (16), при

$$z'(0) = \gamma y_0 > 0. \tag{17}$$

Правая часть уравнения (15), т.е. функция

$$\varphi(z) = \gamma\big[m - z - x_0 exp\big[-\frac{z}{\rho}\big] - v_0 exp\big[-\frac{z}{\rho}\big]\big],$$

является аналитической функцией переменной $z \geq 0$; $\varphi(0) = (m - x_0 - v_0) = \gamma y_0 > 0$, $\varphi(z)$ при $z \to +\infty$, стремится $-\infty$. Так как

$$\varphi'(z) = \gamma\big[\frac{x_0}{\rho} exp\left(-\frac{z}{\rho}\right) + \frac{v_0}{\rho_0} exp\left(-\frac{z}{\rho}\right) - 1\big],$$

то

$$\varphi'(0) = \beta x_0 + \delta v_0 - \gamma. \tag{18}$$

Из (16) и (18) следует, что $\varphi'(0) > 0$. Неравенство (17) и эти свойства говорят о том, что функция $z'(t)$ колоколообразной симметричной кривой.

Модель (15) можно упростить, если в разложениях

$$\exp\left(-\frac{z}{\rho}\right) = \sum_{k=0}^{\infty} \frac{(z/\rho)^k}{(-1)^k k!}, \exp\left(-\frac{z}{\rho_0}\right) = \sum_{k=0}^{\infty} \frac{(z/\rho_0)^k}{(-1)^k k!}$$

ограничиться до члена, содержащего z^2, т.е., если положить, что

$$\exp\left(-\frac{z}{\rho}\right) = 1 - \frac{z}{\rho} + \frac{1}{2}\left(\frac{z}{\rho}\right)^2, \quad \exp\left(-\frac{z}{\rho_0}\right) \approx 1 - \frac{z}{\rho_0} + \frac{1}{2}\left(\frac{z}{\rho_0}\right)^2.$$

Другими словами, модель (15) можно аппроксимировать уравнением:

$$z'(t) = \gamma\Big\{m - z - x_0\Big[1 - \frac{z}{\rho} + \frac{1}{2}\left(\frac{z}{\rho}\right)^2\Big] - v_0\Big[1 - \frac{z}{\rho_0} + \frac{1}{2}\left(\frac{z}{\rho_0}\right)^2\Big]\Big\}, \tag{19}$$

т.е. следующим дифференциальным уравнением первого порядка:

$$z'(t) = az^2 - 2bz + c, \qquad 0 \le t \le T$$

с начальным условием (10), где

$$a = -\frac{\gamma}{2}\left(\frac{x_0}{\rho^2} + \frac{v_0}{\rho^2}\right), b = \frac{\gamma}{2}\left(\frac{x_0}{\rho} + \frac{v_0}{\rho} - 2\right), c = \gamma y_0. \tag{20}$$

Уравнение (19) в теории дифференциальных уравнений известно как уравнение Риккати и имеет стационарное решение z_1 тогда и только тогда, когда

$$az_s^2 - 2bz_s + c = 0. \tag{21}$$

Поскольку $ac < 0$, то величина

$$z_s = b + \sqrt{b^2 - ac} \tag{22}$$

представляет собой единственное неотрицательное решение квадратного уравнения (21).

Уравнение (19) можно переписать в виде

$$\frac{d}{dt}\frac{\exp[-(4bz_s - a)t]}{z_s - z} = -2b\exp[-(4bz_s - a)t]. \tag{23}$$

Принимая во внимание, что

$$\int_0^t \exp[(a - 4bz_s)\tau]d\tau = \frac{\exp[(a - 4bz_s)t] - 1}{a - 4bz_s},$$

из (23) и начального условия (10) получаем:

$$z(t) = z_s + \frac{(a - 4bz_s)t}{2bz_s - (a - 2bz_s)\exp[(4bz_s - a)t]}. \tag{24}$$

Формула (24) является весьма простой, но вместе с тем интересной моделью для прогнозирования динамики численности индивидуумов в среде обитания Ω, которые изолированы от системы S_{in}.

Рассмотрим этническое поле, то есть такое поле, которое обеспечивает взаимодействие членов этноса и регулирует их совместную целенаправленную деятельность. Этническое поле характеризуется пассионарностью, которая определяется как избыток биохимической энергии живого вещества, подавляющий инстинкт самосохранения и определяющий способность к целенаправленным сверхнапряжениям. В теории этнических полей выделяют четыре основных процесса, обеспечивающих существование и распределение пассионарности: расплывание, перемещение, индукция и утрата.

Рассмотрим ландшафт, заселенный некоторым этносом. Пусть в каждой точке (x, y, t) этой территории в момент времени t пассионарность [5] определяется функцией

$u = u(x, y, t)$. Если различным частям ландшафта соответствует различный уровень пассионарности, то в силу свойства "заразительности" пассионарности [2, с. 336] будет происходить движение ее от более насыщенных пассионарностью частей к менее насыщенным. Для вывода уравнения распространения пассионарности выделим внутри ландшафта произвольную область Ω, ограниченную гладкой замкнутой кривой Γ, и рассмотрим изменение количества пассионарности на этой площади за промежуток времени $\Delta t = t_2 - t_1$.

Будем предполагать, что пассионарный поток, то есть количество пассионарности p, проходящий через единицу длины кривой за единицу времени вычисляется по формуле

$$p = -\left[k\frac{\partial u}{\partial \overline{n}} + \frac{\partial \varphi}{\partial \overline{n}}u\right], \tag{25}$$

где $k = k(x, y, t)$ – коэффициент, учитывающий скорость "расплывания" пассионарности; $\phi = \phi(x, y, t)$ – коэффициент, учитывающий скорость и направление "перемещения" пассионарности, n – внутренняя нормаль к кривой Γ.

С учетом формулы (25), количество пассионарности P_0, проходящей через кривую Γ за единицу времени t можно определить соотношением

$$P_0 = -\int\limits_{\Gamma}\left[k\frac{\partial u}{\partial \overline{n}} + \frac{\partial \varphi}{\partial \overline{n}}\right]d\Gamma, \tag{26}$$

где $d\Gamma$ – элемент длины. Нетрудно заметить, что в силу формулы (26) через кривую Γ за промежуток времени Δt выходит количество пассионарности, равное

$$P_1 = \int\limits_{t_1}^{t_2} p_0 dt. \tag{27}$$

Пусть S - площадь области Ω. Количество пассионарности, необходимое для изменения уровня пассионарности площади S на $\Delta u = u(x, y, t_2) - u(x, y, t_1)$ равно

$$P_2 = \int\limits_{t_1}^{t_2} dt \int\limits_{S} \frac{\partial u}{\partial t} dS, \tag{28}$$

где S- элемент площади.

Утрата количества пассионарности за промежуток времени Δt вычисляется по формуле

$$P_3 = \int\limits_{t_1}^{t_2} dt \int\limits_{S} \left[\alpha(x, y, t) - \beta(x, y, t) - \gamma(x, y, t)u(x, y, t)\right] u(x, y, t) dS, \tag{29}$$

где $\alpha(x, y, t)$ – коэффициент, учитывающий индукцию пассионарности (увеличение ее запасов); $\beta(x, y, t)$ – коэффициент, учитывающий утрату пассионарности, связанную с приспособлением и переустройством ландшафта; $\gamma(x, y, t)$ – коэффициент, учитывающий утрату пассионарности в результате некоторого внутреннего соперничества.

Составим теперь уравнение баланса пассионарности, которое будет рассматриваться в области Ω. Из соотношений (27)-(29) следует, что$p_2 = p_1 + p_3$, т.е.

$$\int\limits_{t_1}^{t_2} dt \int\limits_{\Omega} \frac{\partial u}{\partial t} d\Omega = -\int\limits_{t_1}^{t_2} dt \int\limits_{\Gamma}\left[k\frac{\partial u}{\partial \overline{n}} + \frac{\partial \varphi}{\partial \overline{n}}u\right]d\Gamma + \int\limits_{t_1}^{t_2} dt \int\limits_{\Omega}\left[\alpha - \beta - \gamma u\right] u d\Omega. \tag{30}$$

В силу формулы Грина

$$\int\limits_{\Gamma}\left[k\frac{\partial u}{\partial \overline{n}}+\frac{\partial \varphi}{\partial \overline{n}}u\right]d\Gamma=\int\limits_{S}\left(\frac{\partial}{\partial x}\left[\frac{\partial \varphi}{\partial \overline{n}}u\right]-\frac{\partial}{\partial y}\left[k\frac{\partial u}{\partial \overline{n}}\right]\right)dS. \tag{31}$$

Из соотношения (30) с учетом (31) получим

$$\frac{\partial u}{\partial t}=\frac{\partial}{\partial y}\left(k\frac{\partial u}{\partial \overline{n}}\right)-\frac{\partial}{\partial x}\left(u\frac{\partial \varphi}{\partial \overline{n}}\right)+(\alpha-\beta)u-\gamma u^2. \tag{32}$$

Уравнение (32) назовем уравнением распространения пассионарности для неоднородного ландшафта. Если известен начальный запас пассионарности (пассионарный толчок)

$$u(x,y,0)=u_0(x,y), \tag{33}$$

и распределение его на границе в виде

$$u|_{\Gamma}=0, \tag{34}$$

то мы приходим к начально – краевой задаче (33), (34) для уравнения (32).

ЛИТЕРАТУРА

1. *Хакен Г.* Синергетика. Иерархия неустойчивости в самоорганизующихся системах и устройствах. М.: Мир 1985. 423 с.
2. *Гумилев Л.Н.* Этногенез и биосфера земли. М.: Танаис ДИДИК 1994 г.
3. *Нахушев А.М.* Математические методы и модели в исторических исследованиях. Нальчик: Изд-во М. и В. Котляровых, 2012. 144 с.
4. *Бейли Н.* Математика в биологии и медицине. 1970. 326 с.
5. *Нахушев А.М., Кушхов А.А.* К вопросу информационно-математического моделирования межэтнических конфликтов и этногенеза // Доклады Адыгской (Черкесской) Международной академии наук. 1999. Т. 4, № 1. С. 55-59.

ABSTRACT

We construct a mathematical process model of passionarity propagation in the ethnic field. The model is based on the differential equations with second order partial derivatives.

Keywords. Ethnic, passionarity, passionarity propagation, passionary drive, ethnic field.

Institute of Applied Mathematics and Automation, Nalchik; raisa.kenetova@mail.ru

© R.O. Kenetova, 2019

АННОТАЦИЯ

В работе строится математическая модель процесса распространения пассионарности в этническом поле. Данная модель основывается на дифференциальном уравнении в частных производных второго порядка.

Ключевые слова. Этнос, пассионарность, этническое поле, пассионарный импульс, распространение пассионарности.

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение "Институт прикладной математики и автоматизации", Нальчик; raisa.kenetova@mail.ru

© Р.О. Кенетова, 2019

МЕДИЦИНА

Клиническая эффективность противомикробной терапии бактериального острого риносинусита азитромицином

Ловпаче З.Н., Хулаев И.В., Хулаева А.И.
Представлено академиком АМАН Е.Х. Кешоковым

Бактериальный острый риносинусит (ОРС) относится к числу наиболее распространенных заболеваний. ОРС подвержены все возрастные группы пациентов. В последнее время отмечается ежегодный прирост заболеваемости на 1,5-2% [1,2].

Если попытаться кратко сформулировать основные задачи, декларируемые современными клиническими рекомендациями по ведению больных ОРС, то ими, очевидно, являются достижение выздоровления и снижение затрат на курс терапии ОРС. По этой причине важным компонентом в лечении бактериального ОРС является противомикробная терапия, поскольку эрадикация возбудителя значительно снижает тяжесть клинических симптомов, сокращает длительность заболевания, предупреждает развитие осложнений, оптимизирует затраты на лечение. Стартовая терапия бактериального ОРС носит эмпирический характер с учетом сведений о том, что наиболее частыми возбудителями ОРС являются *Streptococcus pneumoniae, Haemophilus influenza, Moraxella chatarallis.*

Соответствие современному подходу к противомикробной терапии требует назначение антибиотика с адекватной противомикробной активностью, хорошей переносимостью и доказанной безопасностью. Для пациентов с бактериальным ОРС, получающим базовую терапию сопутствующих заболеваний, важно, чтобы противомикробный препарат обладал оптимальными фармакодинамическими/фармакокинетическими характеристиками и отсутствием клинически значимых взаимодействий с другими лекарственными средствами.

Традиционно интерес к противомикробным препаратам группы макролидов обусловлен не только подходящим спектром противомикробной активности и их высокой эффективностью в отношении типичных и атипичных возбудителей ОРС, но и фармакокинетическими характеристиками, профилем безопасности. Анализ практики применения антимикробных препаратов у амбулаторных пациентов с ОРС в различных регионах РФ показывает, что в 10,5% врачи используют азитромицин [2].

Наряду с β-лактамами и респираторными фторхинолонами, современные макролиды, в частности азитромицин (Сумамед), входят в протоколы лечения пациентов с инфекциями дыхательных путей. Эффективность и безопасность применения макролидов подтверждают многочисленные клинические исследования [1-5].

Азитромицин имеет механизм действия, присущий макролидам, однако ему свойственны уникальные отличия [6]. Препарат имеет дозозависимый эффект и удлиненный период полувыведения (около 60 ч), что превышает аналогичный показатель других макролидов [7]. Фармакодинамические параметры азитромицина коррелируют с соотношением площади под фармакокинетической кривой и минимально подавляющей концентрацией [8]. Препарат создает длительно высокие тканевые концентрации. В то время как тканевые и сывороточные кон-центрации пенициллинов примерно одинаковы, азитромицин остается в сыворотке в незначительном количестве. Тканевой уровень азитромицина в 10 – 100 раз превышает его концентрацию в крови [3]. Важно, что в условиях воспаления концентрация препарата в очаге инфекции значительно увеличивается. Большая

часть азитромицина концентрируется в нейтрофилах и макрофагах, которые мигрируют к очагу воспаления и создают здесь высокую концентрацию препарата.

Важным элементом фармакокинетики макролидов является наличие двух пиков концентрации в крови; особенно четко это прослеживается у азитромицина. Появление второго пика связано с первичным депонированием большей части препарата в желчном пузыре, которая впоследствии поступает в кишечник и всасывается. Параллельно второму пику в сыворотке крови отмечается повторный подъем концентрации в других биологических жидкостях, и ранее не связанные нейтрофилами и макрофагами молекулы антибиотика вступают с ними во взаимодействие, чтобы мигрировать в очаг воспаления [3, 9].

При пероральном приеме (500 мг ежедневно в течение 3 дней) концентрация азитромицина в лейкоцитах превышает плазменные концентрации в 300-600 раз и сохраняется на высоком уровне в течение 5-7 дней [7, 10]. Азитромицин обладает противовоспалительной активностью, молекулярный механизм которой активно исследуется.

Под нашим наблюдением находились 72 пациента с основным клиническим диагнозом “бактериальный ОРС”, которые прошли обследование и лечение препаратом азитромицин (Сумамед) ГБУЗ Республиканская клиническая больница г.Нальчика в режиме амбулатор-ного наблюдения. Для исследования была выбрана оригинальная версия препарата азитромицин, поскольку отношение врачей к оригинальным препаратам и генерикам неоднозначно [11].

Цель исследования – оценка клинической эффективности, переносимости и безопасности лекарственного средства азитромицин при лечении больных бактериальным ОРС.

Задачи исследования:

Установить сроки наступления эффекта (скорость купирования объективных и субъективных симптомов) на фоне терапии антибиотиком. Оценить переносимость и безопасность.

В исследование взяты пациенты с диагнозом “бактериальный ОРС легкой/средней степени тяжести” после ознакомления пациента с сущностью проводимого исследования, изложенного в информационной карте. Обязательное условие: непереносимость антибиотиков пени-циллинового ряда. Пациентам проведено однотипное лечение с помощью препарата азитромицин на фоне традиционной местной терапии.

Азитромицин (Сумамед) больные принимали ежедневно 1 раз в день в дозе 500 мг в течение 3 дней. Применение сосудосуживающих интраназальных препаратов и ирригация полости носа - от 5 до 7 дней. Общий период наблюдения - 7 дней.

Каждый пациент обследован в процессе лечения четырехкратно (при включении в исследование, а также на 3, 5 и 7-е сутки) с оценкой клинического статуса и лабораторных показателей.

Исследуемая группа больных включала 72 пациента от 26 до 69 лет (35 мужчин и 37 женщин). Средний возраст составил 28,5±9,3 года. Структура клинических форм бактериального ОРС по локализации патологического процесса представлена острым гнойным полисинуситом - 31 пациент, острым односторонним гнойным гайморитом - 17 пациентов, острым односторонним гаймороэтмоидитом - 16 пациентов, острым катаральным фронтитом - 8 пациентов. Легкая степень тяжести ОРС диагностирована в 6 случаях у пациентов старше 50 лет. Назначение системной противомикробной терапии в случаях легкого течения бактериального ОРС мы считаем оправданным ввиду возраста наблюдаемых.

Таблица 1. Выраженность симптомов при первичном обследовании, M±т

Симптомы	Этапы обследования			
	1-й	2-й	3-й	4-й
Болезненность при пальпации (ППН)	1,62±1,05	0,88±0,09	0,30±0,06*	0,03±0,04*
Головная боль	1,84±0,9	1,02±0,09	0,41±0,07*	0,02±0,02*
Данные осмотра полости носа	2,29±0,07	1,55±0,12	0,63±0,08*	0,06±0,05*
Рентгенографические признаки синусита	2,06± 0,78	–	–	–

Примечание. * - p<0,05 по сравнению с первичным обследованием

Таблица 2. Количественные показатели на этапах обследования, M±т

Симптомы	Этапы обследования			
	1-й	2-й	3-й	4-й
Лихорадка	37,3 ± 0,08	36,7 ± 0,29	36,6 ± 0,04*	36,5 ± 0,01*
Лейкоцитоз (-109/л)	9,03±0,3	8,2±0,21	7,34±0,22*	7,22±0,12*
Ускоренная СОЭ (мм/ч)	18,4±1,24	14,04±1,21	10,5±1,02*	8,08±1,07*

Примечание. * - />=<0,05 по сравнению с первичным обследованием.

Таблица 3. Число пациентов с отсутствием симптомов синусита на этапах исследования, %

Симптомы синусита	Этапы обследования							
	1-й		2-й		3-й		4-й	
	абс.	%	абс.	%	абс.	%	абс.	%
Болезненность при пальпации (ППН)	49	68,1	69	95,8	70	97,2	71	98,6
Головная боль	12	16.7	8	11,1	3	4,2	2	2,8
Патологические изменения при риноскопии	0	0	44	61,1	67	93,1	71	98,6
Повышенная температура тела	34	47,2	69	95,8	72	100	72	100
Лейкоцитоз выше $9-10^9$/л	9	12,5	65	90,3	70	97,2	72	100

На момент включения в исследование предположительная длительность течения ОРС составила от 5 до 16 дней. Во всех случаях бактериальному ОРС предшествовала острая респираторная инфекция легкого течения или средней степени тяжести, которую пациенты лечили в домашних условиях: 79% больных под наблюдением участкового терапевта, 21% – самостоятельно. Состояние пациента оценивали по верификационной шкале баллов. Болезненность при пальпации в области проекции придаточных пазух носа (ПНП): 0 баллов – отсутствие; 1 балл – слабая; 2 балла – умеренная; 3 балла – выраженная.

Головная боль в области лба: 0 баллов – отсутствие; 1 балл - редкая и кратковременная, быстро проходит самостоятельно; 2 балла – сильная, легко купируется анальгетиками; 3 балла – сильная, длительная, мало поддается фармакотерапии. Данные риноскопии: отек слизистой оболочки носовых раковин, дорожка слизисто-гнойного отделяемого в носовых ходах, гиперемия слизистой оболочки полости носа, выделения в полости носа - слизистые, слизисто-гнойные, гнойные, гнойно-геморрагические: 0 баллов – нет патологии; 1 балл – слабо выражены; 2 балла – умеренно выражены; 3 балла – сильно выражены. Рентгенологическими признаками ОРС считали изменение пневматизации, наличие горизонтального уровня жидкости в проекции околоносовой пазухи: 0 баллов – пневматизация околоносовых пазух сохранена; 1 балл – негомогенное затемнение околоносовой пазухи/пазух; 2 балла – гомогенное тотальное затемнение околоносовой пазухи/пазух или наличие уровня жидкости. Выраженность клинических симптомов при первичном и втором обследовании находилась в пределах 0-3 баллов; при третьем и четвертом обследовании – в пределах 0-2 баллов. Усредненные показатели представлены в табл. 1. Лихорадка при первичном обследовании выявлена у 38 больных, при этом субфебрильная лихорадка определена у 23 пациентов, фебрильная – у 15 пациентов. Лейкоцитоз периферической крови выше 9-109/л определен при первичном обследовании - 63 больных (максимальный показатель – 20-109/л), при втором обследовании – у 7 больных (максимальный показатель – 15-109/л), при третьем – у 2 больных (максимальный показатель – 11-109/л). Ускорение СОЭ выше 15 мм/час при первичном обследовании определено у 34 больных (максимальный показатель - 53 мм/ч), при втором обследовании – у 16 больных (максимальный показатель – 27 мм/ч), при третьем обследовании – у 4 больных (максимальный показатель – 23 мм/ч), при четвертом обследовании - у 5 больных (максимальный показатель – 25 мм/ч). Усредненные показатели лихорадки, лейкоцитоза периферической крови и ускорения СОЭ приведены в табл. 2. Обратная динамика симптомов бактериального ОРС в наблюдаемой группе в среднем соответствовала привычным срокам купирования симптомов (табл. 3). В 98,6% случаев на 7-е сутки констатировано выздоровление. Неблагоприятных побочных эффектов лечения и осложнений за период лечения не выявлено. В процессе лечения всем больным проводили в динамике (согласно протоколу клинического испытания) исследование крови и мочи, побочных влияний препарата на эти показатели выявлено не было. Таким образом, при врачебной оценке на 7-е сутки клиническая эффективность терапии установлена в 98,6% случаев. Пациентам было предложено оценить со своей точки зрения эффективность, комфортность терапии и соответствие фактической обратной динамики симптомов ожидаемому улучшению по следующим критериям:

“Отлично” – терапия высокоэффективна, с первых суток противомикробной терапии наблюдалось стабильное значительное улучшение самочувствия. “Хорошо” – терапия эффективна, стабильное значительное улучшение состояния отмечалось со 2-3-х суток противомикробной терапии. “Удовлетворительно” – незначительное, но стабильное улучшение состояния наблюдалось в течение всего периода наблюдения (7 дней). “Безуспешно” – положительных изменений симптоматики не произошло. “Неудовлетворительно” – ухудшение симптоматики. Результаты опроса представлены на рисунке.

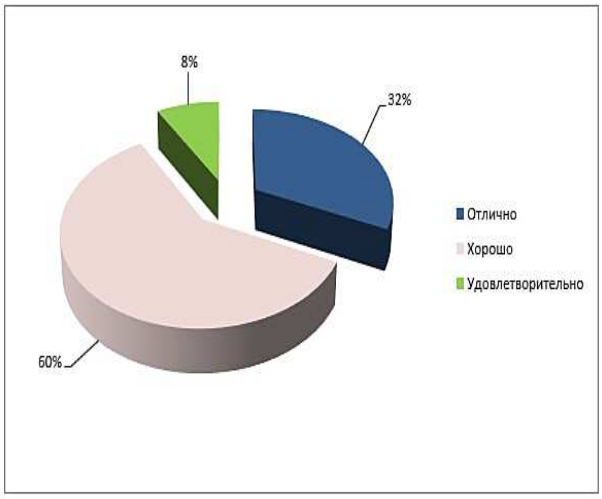


Рис. 1. Эффективность терапии по мнению пациентов

Таким образом, оценка результатов терапии бактериального ОРС противомикробным препаратом азитромицин (Сумамед) в амбулаторном режиме продемонстрировала высокую клиническую эффективность при амбулаторном наблюдении пациентов.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Овчинников А.Ю.* О чем следует помнить практическому врачу для успешного лечения бактериального риносинусита. Дыхание. 2013. V. 2. Pp. 11-14.
2. *Рачина С.А., Козлов Р.С., Шаль Е.П., Решетько О.В., Палютин Ш.Х., Сулейманов С.Ш., Торопова И.А.* Анализ практики применения антимикробных препаратов у амбулаторных пациентов с острым риносинуситом в различных регионах РФ. Российская ринология. 2012. V. 1. Pp. 8-12.
3. *Страчунский Л.С., Козлов С.Н.* Макролиды в современной клинической практике. Смоленск: Русич, 1998.
4. *Ушкалова Е.А.* Эффективность и безопасность азитромицина при лечении внебольничных пневмоний у детей. Фарматека, 2004.
5. Федеральное руководство по использованию лекарственных средств: формулярная система. Под ред. Чучалина А.Г., Белоусова Ю.Б., Яснецова В.В. (XII). М.: Эхо, 2011.
6. *Amrol D.* Single-dose azithromycin microsphere formulation: a novel delivery system for antibiotics // Int. J. Nanomedicine. 2007. 2(1). Pp. 9-12.
7. *Jacobs R.F, Maples H.D, Aranda J.V.* Pharmacokinetics of intravenously administered azithromycin in pediatric patients // Pediatr Infect Dis J. 2005. 24(21). Pp. 34-39.
8. *Odenbolt-Tornqvist I, Lowdin E, Cars O.* Postantibiotic effects and postantibiotic sub-MIC effects of roxithromycin, clarithromycin and azytromycin on respiratory tract pathogens. Antimicrob. Agets. Chemother. 1995. V. 39. Pp. 221-226.
9. *Bergan T.* Pharmacokinetics of newer macrolides. In: Neu H.C., Young L.S., Zinner S.H., Acar J.F. New Macrolides, Azalides, and Streptogramins in Clinical Practice. New York, 1995. Pp. 51-60.
10. *Liu P. Allaudeen H. Chandra R.* Comparative pharmacokinetic of azithromycin in serum and white blood cells of healthy subjects receiving a single-dose extended release regimen versus a 3 day Immediate-release regimen. Antimicrob Agents Chemother. 2007. 51(1). Pp. 103-109.
11. *Лазарева Н.В.. Лузина Е.В.* Применение генериков в клинической практике глазами врачей терапевтического профиля. VII национальный конгресс терапевтов (ноябрь 7-9). М. 2012.

ABSTRACT

The objective of the present publication was to report the result of the evaluation of the clinical effectiveness of azithromycin (Sumamed) antimicrobial therapy used for the treatment of bacterial acute rhinsinusitis (ARS). Dynamics of the reversal of the clinical symptoms of bacterial ARS in the patients of the study group is described. Neither adverse side effects nor complications in response to the treatment were documented. 98.6% of the patients recovered from the disease within 7 days after the onset of the treatment. It is concluded that antimicrobial therapy with the use of azithromycin (Sumamed) based at the outpatient settings provides a highly efficient.

Keywords: acute sinusitis, antimicrobial therapy, azithromycin.

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Kabardino-Balkarian State University named after H.M. Berbekov", Nalchik

© Z.N. Lovpache,
I.V. Khulaev,
A.I. Khulaeva, 2019

АННОТАЦИЯ

Цель работы - представить результаты клинических наблюдений лечения азитромицином (Сумамед) бактериального острого риносинусита (ОРС). Описана обратная динамика симптомов бактериального ОРС в наблюдаемой группе. Неблагоприятных побочных эффектов лечения и осложнений за период лечения не выявлено. В 98,6% случаев на 7-е сутки констатировано выздоровление. Вывод: терапия бактериального ОРС противомикробным препаратом азитромицин (Сумамел) в амбулаторном режиме продемонстрировала высокую клиническую эффективность.

Ключевые слова: острый риносинусит, противомикробная терапия, азитромицин.

[1]*ФГБОУ ВО "Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова", Нальчик*

© З.Н. Ловпаче,
И.В. Хулаев,
А.И. Хулаева, 2019

ФИЛОЛОГИЯ

О мотивах в адыгском нартском эпосе

Куек А.С.

Представлено академиком АМАН Б.Х. Бгажноковым

В адыгском нартском эпосе наиболее распространенной мифологемой являются мотивы, сопровождающие человека с древнейших времен, что свидетельствует об архаизме мотивов и древности адыгского (черкесского) нартского эпоса. “В ашельское время (150–100 тысяч лет тому назад – А.К.), – отмечают П.М. Кожин и Б.А. Фролов, – люди широко пользовались благодатным огнем, защищавшим их от холода, сырости и свирепых зверей. Следы костра обнаружены в Кударо 1, а отдельные угольки - в слое Среднехаджохского поселения. В связи с подобными фактами, ученые предполагают, что мифы о Прометее, доставившем человеку огонь (или Саусэрука, который принес нартам огонь) “сложились задолго до возникновения людей современного типа (homo sapiens), на стадии неандертальца или питекантропа” [1, с. 39].

Основными мотивами адыгского нартского эпоса являются мотив добывания / возвращения огня; мотив богоборчества; мотив уязвимого места на неуязвимом теле; мотив непременного наказания за грехи; мотив умирающей и воскресающей природы; мотив единства и борьбы противоположностей в природе; мотив наездничества; мотив борьбы за ореховое дерево, как за сакральное место; мотив похищения огня, культурных благ; мотив возвращения огня; мотив изобретения первых орудий труда; мотив искусного изготовления оружия; мотив наездничества; мотив вызова противника на поединок; мотив пленения; мотив проигрыша в противостоянии из-за потери коня; мотив воскресения после вторичного удара; мотив предоставления предсмертного пожелания; мотив смерти от своего оружия; мотив угрозы после смерти; мотив связывания; мотив изоляции; мотив выздоровления родителей после употребления крови убийцы сына; мотив сбрасывания немощных стариков со скалы; мотив тайной связи матери героя с его врагом; мотив подвергания остракизму; мотив борьбы героев с их врагами из подземного мира; мотив рождения умершим от живого или живым от умершего; мотив требования девушки в качестве дани; мотив борьбы героя с благо; мотив победы над благо; мотив охраны святого кургана благо и змеями; мотив борьбы орла со змеей; мотив борьбы героя над орлом; мотив поклонения горе; мотив видения прошлого и будущего и др. Рассмотрим некоторые из них.

Мотив добывания / возвращения огня

Как известно огонь нартам принес Саусэрук (Саусырук, Сосруко). Не вернул, а принес. Когда злое божество, покровитель атмосферных явлений Пако, рассердившись на нартов, унес огонь очага, его вернул нарт Пэтэрэз. Знать это важно, ибо многие исследователи мифоэпическго сознания адыгов до сих пор путаются и не могут различать кто принес огонь, а кто вернул его.

Нартских сказании о добывании огня нартом Саусэруком более двух десятков. Поводом для поиска огня для нартов стал лютый холод, который окутал землю. По одной версии, нарты возвращались из набега, где их застала пурга, и они попросили Саусэрука, которого они встретили в пути, достать им огонь. Другие сказания повествуют, что это сам Саусэрук наслал на нартов холод в наказание за то, что они нарушили нарт Хабзэ и не поделились с ним добычей, когда он встретился им в пути.

Нарты остались в поле, а Саусэрук отправился на поиски огня. Он не сразу нашел его.

Наконец, увидев огонь, он решил подскочить на коне и забрать его, но огонь находился в круге, что было символично - иныж лежал вокруг костра кольцом, положив голову на ноги. Тогда доблестный конь Тхожий (Тхъожъый) посоветовал Саусэруку взять незаметно головешку, и как лиса подполз к огню. Когда нарт взял головешку, искры посыпались на иныжа, и он проснулся. Иныж был настолько велик, что, "не сходя с места, обшарил семь дорог, и поймал Саусэрука, похитившего огонь". Так нарт оказался в неволе, что символизировало мотив пленения, часто встречающийся в нартском эпосе. "Мотив пленения, временного содержания культурного героя-добытчика позволяет говорить о его родстве с солярной мифологией ... Наступление холода (от чего нарты начали замерзать) первоначально могло быть связано с пленением Сосруко, как это бывает с солярными героями или божествами. Освобождение знаменует наступление теплой поры ... Сказанное позволяет говорить о влиянии солярного культа на формирование образа Сосруко, что еще раз указывает на древность этого персонажа" [2, с. 137].

Иныж грозит нарту, что, если он не расскажет, какими играми тешится Саусэрук, он его убьет. Иныж не догадывается, что перед ним стоит сам Саусэрук. Великан стремится доказать, что он сильнее отважного нарта, о котором он слышал не раз, легко решает задачи, которые предлагает Саусэрук: сброшенную с горы каменную глыбу вновь загоняет наверх, купается в кипятке, пропускает через себя раскаленный лемех, забивает рот стрелами и пережевывает их. Лишь хитростью, приморозив иныжа, герой побеждает его. Когда Саусэрук подбегает, чтобы снести голову, тот дунул на него, и он "отлетел на расстояние одного дня". Но нарт Саусэрук "был быстр как молния" и вновь возвращается и наносит удары мечом, но "даже маленькой царапины не смог ему сделать, ни один волосок не смог перерубить". Тогда Тхожий говорит ему, что так одолеть иныжа невозможно, его можно убить лишь его же оружием. Но меч иныжа обладает чудесным свойством – поражать тех, кто стремится взять его голыми руками. Тхожий подсказывает, что меч иныжа можно взять щипцами нарта Тлепша. Так и сделал Саусэрук, он перехитрил его и взял его за рукоятку. Когда нарт вернулся к великану, тот перед смертью просит его:

"Я пропал, я это знаю,
Пусть тебе будет удачей моя смерть...
Когда отрубишь мою голову,
Вытащи большую жилу из шеи,
Сделай его себе ремнем.
В тебя перейдут мои силы ..." [3. Т. 2, с. 28].

Когда Саусэрук вытащил жилу по совету Тхожия, он бросил ее на камень, и она перерубила его. Когда он хлестнул жилой огромное дерево, она и его перерубила. В отдельных сказаниях говорится, что из тела иныжа вышли три жилы, любая из которых была способна поразить того, кто прикоснется к ним. Мотив угрозы и после смерти в данном случае напоминает противостояние грузинского героя Амирани и Бак-Бак дэва, чудовище в грузинском эпосе "Амираниани". Амирани убивает грозное чудовище дэва, который перед смертью просит витязя не убивать трех червей, которые вылезут из его отрубленной головы. Позже черви превратились в страшных драконов. Как видим, в адыгском и грузинском эпосах, побежденный великан может погубить неосторожного героя.

Надо отметить, что в нартских сказаниях есть варианты, где огонь не похищается нартом Саусэруком (мотив похищения огня у "культурного героя" иныжа, мифического владельца и хранителя огня является наиболее распространенным сюжетообразующим мотивом цикла, посвященном нарту Саусэруку), а иныж сам передает ему огонь. Ведь

иныжи до нартов обладали “культурными благами”, самое главное из них - это владение огнем, его хранение [4, с. 53]. “Я много слышал о подвигах Сосруко и считал его великаном, а не таким маленьким, как ты, – говорит иныж нарту. - Ну, бери огня, сколько хочешь” [Там же, с. 354]. Данный пример, как справедливо отмечает А. Ципинов, “ ... восполняет важное звено в эволюционном развитии представления адыгов о происхождении этого предмета культуры. Понятно, что мотив похищения культурных благ стадиально более поздний, чем простое их добывание, так как само понятие хищения могло сложиться в период разложения общины ...” [5, с. 106].

Когда Саусэрук вернулся к нартам, в живых остались, те, кто были посередине: снаружи замерзли от холода, те, кто внутри, задохнулись. С этого дня у нартов появился огонь.

К более позднему периоду, несомненно, относится мотив возвращения огня, его вторичное добывание, как материального блага: похищение огня у нартов Пако, приковывание предводителя и тамады нартов Насрэн жач к горе, и победа Пэтэрэза над злым божеством. Пако унес огонь нартов за то, что они его “перестали почитать, как бога”. Изменения погоды во время похищения огня у нартов Пако, сопровождаются гротескным описанием: “Как молодую ветку сгибал ураган вековые дубы, до неба поднимал морские волны, до основания разрушал дома ...” [3.Т. 4, с. 154]. Пако не только унес огонь нартов, но и напустил на них холод. Нарты попросили своего предводителя Насырэна жачэ (НэысрэнжакI - Насырэн борода, букв. всегда достигающий цели), вернуть огонь, и он отправился к горе Ошхэмаф (ІошъхьэмафI - Счастливая гора, Эльбрус), где жил Пако. Насрэн спросил его, почему он отобрал огонь очага нартов, ведь они считают, что у него, у Пако, “жалость бесконечна”. Грозное божество в гневе отвечает:

“ ... Маленькие людишки, вы вышли из веры,
Моему божьему лицу делаются большие неуважения.
Из того, что выращиваете на земле, не выделяете моей доли,
Накрывая стол, не откладываете мне кушанья,
В конце года не произносите хох (хъохъу – заздравный тост) в мою честь,
Открывая бочку с хмельным, мою долю не отливаете...
Из охоты возвращаетесь – не делитесь,
Вместе с вами я не пью и не кушаю в ваших застольях,
Мое жилище, Ошхэмаф, хотите сделать тропою,
Я слышал от вас, нартов, не раз,
За все это расплачиваетесь вы, нарты ...” [3. Т. 4, с. 94, 154].

За то, что предводитель нартов Насрэн жач “посмел” прийти к нему и “осмелился” заявить, что хочет вернуть людям огонь, Пако приковывает его к горе. Те нарты, которые осуждали Насрэна за непослушание богу, сказали:

“0 уи – уий! (возглас) нарт Насрэн,
Насрэн жач ...
Волю Тхэ (Бог) и его желания
Ты не принимаешь.
Ты проклятый Тхэ,
Поднятый на вершину скалы,
Прибитый к горе ...
Пока мы тебя отвяжем,
Пусть Тхэ умертвит на месте,
Умертвит ...” [3. Т. 7, с. 15-16].

А нарты, почитавшие своего предводителя, не раз пытались спасти его, но многие из них погибли, и они возвращались ни с чем. Лишь Пэтэрэз сумел победить всех помощников Пако, вернуть огонь нартам и освободить Насрэна жач. Вторичное добывание материальных благ: огня и семена проса, возвращенные нартом Саусэруком, свидетельствует о том, что в мифологическом сознании адыгов предметы культуры локализовались в мифическое время у мифических персонажей.

Богоборчество

Как видно из нартских сказаний, эпический герой Насрэн жач, защищая интересы людей на земле, начинает противиться богу (Пако). Он делает вызов ему и говорит, что "если не вернет огонь нартов, пусть убирается с Ошхэмаф". Насрэн жач первым восстал против злого бога Пако, и он это сделал ради нартов, однако, отдельная часть нартского общества, опасаясь Пако, осуждала Насрэна, Пэтэрэза, затем Орзэмэса за то, что они противились воле бога.

Не только нарты, но и адыги, позже осуждали героев-богоборцев, считая, что это большой грех противиться богу. Так в сказании "О восставшем против Бога" осуждается Насрэн и говорится, что в адыгских хачещах (гостиных) не приветствовалось рассказывать о Нэсрэне - "старике, посмевшем выступить против бога". Он, мол, возгордился, посмел противиться богу, и начал вмешиваться в дела бога. Но когда был побежден злой Пако, нарты собрались на санопитие и произнесли тосты в честь героя Пэтэрэза и Насырэна жач.

"Любая религия предполагает, прежде всего, абсолютную веру и абсолютное послушание, что в монотеистических священных книгах прослеживается достаточно четко, однако в мифах, все же, это намек, смысл, – отмечают А. Казиева и Б. Шавхелишвили. – На наш взгляд, в мифах непослушание - равнозначно поиску истины, желанию совершить добро. Однако, это прерогатива высшего разума, но не человека" [6, с. 174-178].

Стремление людей где-то ослушаться бога воспринималась как посягательство на величие и могущество богов. Отголоском этого представления являются сюжеты о прикованных старцах, героях – богоборцах, прикованных цепью обычно в глухих и недоступных пещерах, глубоких горных впадинах. "Дерзнул старик свергнуть владычество Тха, и вот отмщение Тха – вековечные цепи, которыми прикован старик к камню на белой вершине Ошхамахо" [7, с. 91].

Многие богоборцы в адыгских мифоэпических повествованиях представлены получившими наказание за то, что ослушались Тхэ, начали соперничать с ним. Для примера приведем предание, которое в XIX веке опубликовал на страницах газеты "Кавказ" С. Хан – Гирей. "Предание повествует, что на вершине снежного Эльбруса за какие-то грехи прикован один великан, – пишет автор. – Когда он пробуждается от оцепенения, то спрашивает у своих стражей: "Растет ли еще на земле камыш, и родятся ли ягнята ..." Безжалостные стражи отвечают: "Камыш растет, и ягнята родятся". От такого ответа великан приходит в бешенство, рвет свои оковы, и тогда земля дрожит от его движений, цепи брызжут молниями и грохочут громами; его тяжкое дыхание – порывы урагана, стоны - подземный гул; бурная река, вырывающаяся из подножия Эльбруса, – его слезы" [8].

Через сто с лишним лет была записана "Легенда о восставшем против Бога" от сказителя Ибрагима Хушта. Если в первом предании прикованного титана охраняли жестокие стражи, которые не выпускали его, в этом предании титана охраняет собака, которая хочет освободить его и пытается перегрызть цепи.

"Говорят, что наты (нарты) выступали против бога, – поведал сказитель. – Легенду

о нате, который восстал против бога, слышал я часто. Он стал сквернословить на бога, этого не стерпел бог, и его ангелы приковали, наложив на него цепи ... Около ната сидит собака, верная ему, охраняет. Она беспрестанно цепи грызет, бывает, почти перегрызет. Но слышатся удары о наковальню, и железная цепь вновь утолщается. Тогда с криком "ха-хай" нат начинает бушевать – дождь льет, гром гремит. Когда железными цепями о цепь бьет – и молнии блещут, когда с шумом "па-аф" изрыгает воздух – сильный ветер дует, резко встряхнув себя – заставляет гору вздрогнуть, с шумом "пхып-хыпх" камни большие спускает сверху. Люди не хотят, чтобы цепь, которая против тех, кто посмел восстать против Бога, была перегрызена собакой; они боятся и говорят, что, если перегрызет, как Телаль, он явится на землю, уничтожит благочестие Бога, мир перевернется и рухнет".

Делать трехкратные удары по наковальне, а также по лемеху осталось еще в традициях адыгов. При первом посещении кузни и перед уходом производили удары молотом по пустой наковальне. Адыги имели "отэо маф" (день удара молотом), при котором, поочередно произведя удары по наковальне, первый говорил: лъыгъэк1уат ("подвинь дальше!"), а другой ек1отэх (спусти ниже!"). Всем этим люди хотели "отодвинуть от себя бедствие" [3. Т. 7, с. 14-15]. Еще до недавнего времени проводились чапщ (к1апщ), и непременно перед кроватью больного раскладывали лемех и молоток. При посещении больного, каждый подходил к лемеху, брал молоток и делал три удара по нему и желал благополучного выздоровления.

Причиной противления Тхэ не всегда была дерзость, попытка свергнуть владычество, скорее это были поиски справедливости и возможности подниматься на гору, как и патронам. Так, бесстрашный и храбрый герой сказания "Гнев Тхэ" решил подняться на Ошхамаф, узнать тайну Тхэ и скинуть его с вершины, потому что там " ... жил Тхэ, который не имел никакой жалости к людям. Никто из людей, рожденных на земле, не имел права подняться на вершину горы, где жил Бог. Бог был жестокий и никогда не разговаривал с людьми ..." [3. Т. 7, с. 16]. За свою дерзость герой был прикован к скале, его терзал орел, он так провел всю свою жизнь, не раз пытаясь освободиться от оков, но не смог, постарел, и, не выдержав наказание Бога, из его глаз брызнули обильные слезы, которые пробили подножие Ошхэмаф. Люди назвали его слезы нартсан.

В следующем сказании "О джигите, прикованном к горе", опубликованном в военном сборнике в 1880 году, Тхэ наказывает человека, который сделал для людей немало: научил их добывать огонь, железо. Но это его не спасло – за то, что он начал считать себя равным богу, тот его наказал. "Некогда в горах жил сильный человек, – повествуется в сказании. – Все ему удавалось: научил людей высекать огонь из кремня, добывать железо, забыл только Богу молиться, стал думать, что равен ему. За такое вольнодумие Бог приковал его к вершине скалы. Около него два орла летают, по очереди на него садятся и грудь ему клюют" [9, с. 307-309].

Надо отметить, что мотив приковывания титана-богоборца встречается не только в нартских сказаниях и пщынатлях, также и в других жанрах фольклора. Но прикованный уже не человек, а мифическое существо - великан, Мэзитленук. Предания о прикованных титанах известны и другим народам Кавказа, они встречаются у абхазов, грузин, армян и это сходство свидетельствует о родстве кавказских народов, близости их культуры.

Мотив уязвимого места на неуязвимом теле

Мотив уязвимого места на неуязвимом теле в эпосе, прежде всего, связан с именем Саусэрука. Нарт Тлепш взял пылающего жаром младенца Саусэрука щипцами и окунул его семикратно в кадку с водой. В стальном теле неуязвимого Саусэрука уязвимым стало

место, которое держал щипцами кузнец. А какое это было именно место, в нартском эпосе нет единого мнения. В сказании "Рождение Саусэрука" повествуется, что Тлепш железными клещами схватил ребенка за оба бедра и семь раз окунул в воду ... сделал семикратную закалку ... Тело его стало крепким как сталь. Но его бедра, за которые (он) держал железными клещами, остались мягкими, как у обыкновенного человека" [3. Т. 2, с. 31-32].

В другом сказании, по просьбе матери нарт Чэлэхсэт отнес родившегося Саусэрука нарту Тлепшу. Тот "оба колена схватив щипцами, семикратно закалил ребенка" [3. Т. 2, с. 33]. Представители сирийской черкесской диаспоры считают, что "кузнец закалил нарта Саусэрука, взяв его за левое колено" [10]. А в абхазском варианте сказания "Рождение Сасрыква", уязвимым местом неуязвимого тела нарта была правая нога.

Ж. Дюмезиль, побывавший среди черкесов Измита в Турции в 30-х годах прошлого века, и записавший сказание о рождении Саусэрука, тоже считает, что уязвимым местом на теле Саусэрука были колени. Сказители сообщили ему, что конь Саусэрука Тхожий, в тело которого не входили стрелы, имел одно уязвимое место – копыто. "Стрела ... ударит лошадь Саусырыко под копыта и ... лошадь упадет. Это и произошло" [11, с. 17-18].

Нартские сказания, записанные в Адыгее, подтверждают подобные детали и уточняют, кто предупредил нартов об уязвимом месте в теле Саусэрука и его коня. Это была женщина уд, которая притворившись золотым шлемом, сделала так, чтобы его подобрал Саусэрук, подслушала разговор коня и всадника и услышанное передала врагам Саусэрука.

Убых Тевфик Эсенч Зенфу из убыхского селения Хаджиякуб Турецкой Республики (убыхи один из субэтносов черкесов – А.К.) считал, что "Тлепш кузнечными щипцами взял новорожденного за бедра и окунул три раза в воду" [1, с. 11].

Эпический мотив уязвимого места в неуязвимом теле имеет сходство с осетинским сказанием о Сосрыко. Уязвимым местом осетинского нарта Сосрыко были "колени, которые были согнуты у новорожденного Сосрыко во время его закаливания" [11, с. 28-35]. У греческого Ахилла, героя Троянской войны, уязвимым местом на теле была пятка, за которую его держала мать - морская богиня Фетида, когда она окунала его в подземную реку. Троянский царевич Парис пустил стрелу, а бог Апполон направил его в пятку Ахилла. Так был убит Ахилл. А на Саусэрука накатили острое железное колесо, и оно отрезало ему ноги, но он остался жив.

Тут нужно обратить внимание на одну важную деталь. Когда Саусэрук упал, к нему подскакал Тхожий и сказал: "Возьми отрезанные ноги, положи их за пазуху и садись на меня!". Саусэрук сел на коня, но, увидев, что конь мчится от врагов домой, крикнул: "Ты куда бежишь – Враги мои там, если мои ноги отрезало, руки остались, я могу держать свой меч!". А Тхожий знал, что Сэтэнай гуащ сможет прирасти ноги Саусэрука к телу, поэтому он хотел доставить нарта к матери. По одной из нартских версий Саусэрук умер от ран, но его мать Сэтэнай гуащ нашла его, прирастила к туловищу ноги и воскресила сына [12, с. 128].

Но на этот раз Тхожий не смог спасти нарта Саусэрука. Враги уже знали об уязвимом месте Тхожия – они рассыпали острые камни, которые он не смог преодолеть. Тогда он сказал: "Я больше тебе не смогу пригодиться. Убей меня и прикройся моей шкурой, и ты будешь защищен от оружия твоих врагов". Саусэрук семь дней, прикрываясь шкурой Тхожия, оборонялся и никто из врагов не смог к нему подойти "на расстояние вытянутой руки с мечом". Тогда его закопали живым.

Мотив умирающей и воскресающей природы

(мотив единства и борьбы противоположностей в природе)

Саусэрука закопали живым и отправили его в Хадрыхэ – мир мертвых, но он там не умер. Он остался в зоне, где "прибывает", все "развивается", продолжается жизнь. И каждую весну, когда мир (дунай) одевается в зелень и оживляется пением перепелок, слышится голос из-под земли:

"Когда небо синее,
Когда земля зелена, –
Подняться бы на семь дней, –
Появиться бы на дунай,
Глаза моих недругов
Всем я вырвал бы,
На земле стоящий мрак
Я рассеял бы!" [3. Т. 1, с. 127].

Саусэрук может рассеять мрак, ведь он же имеет эпитеты "солнечный", "солярный", иногда "огненный" и его имя связано с Солнцем, со светом. Как "солнечный" нарт он способствует вызыванию дождя во время засухи. Его образ амбивалентен. Недруги боятся его воскрешения. Они говорят: "если нарт Саусэрук вернется на наш дунай, земля потеряет свой "жир" (плодородие) [13, с. 146-153].

Мотив умирающей и воскресающей природы наблюдается в сказаниях, где фигурируют нарт Ащэмэз, его невеста Афэмыд, бог плодородия Тхагэлэдж. Ащэмэз, хотя был еще совсем молод, смог отомстить за отца и победить грозного Тлечуц жач. В поединке сильнее оказался Тлегуц жач, он привязал к коню раненного и потерявшего сознание Ащэмэза, и приволок на коне домой. Жена Тлегуч жач втайне от мужа вылечивает нарта. По одной версии, Ащэмэз даже умер, и жена Тлегуц жач камнем-оселком воскрешает его [14, с. 27-34].

Ащэмэз был храбрым и отважным, не раз уходил в походы с нартами, но один случай изменил его жизнь - в пути его застала гроза, и он лег под деревом отдохнуть. Во сне он услышал чудные мелодии - то ветер, проходя сквозь отверстия, прогрызенные червяками на ветке, сбитой с дерева ветром, их создавал. Ащэмэз вырезал из ветки себе камыл (къамыл - своеобразная флейта, свирель) и начал наигрывать все мелодии, создаваемые природой. Он научился понимать язык зверей и птиц, разговаривал с ними, так он сблизился с окружающим миром.

Но не этим камылем он влиял на природу и погоду. У него был камыл, который он получил в дар от бога плодородия Тхагэлэджа. Камыл имел два разных конца - белый и черный. Когда Ащэмэз играл белой стороной, вся природа оживала:

"Русло сухое наполняется рекою,
Море наполняется водою,
Травы и лозы,
Окованные морозом,
Оживают, распускаются почки".

Когда враги нападали на страну нартов, Ащэмэз начинал играть черной стороной камыла и вся природа "умирала", мороз все сковывал, замерзали реки и моря, дул сильный ветер и врагам ничего не оставалось, как повернуть назад. Зная о волшебном свойстве камыла Ащэмэза, дракон из подземного царства (здесь налицо и мотив борьбы с врагами из подземного царства - А.К.), воспользовавшись тем, что мужчины нартов ушли в поход, украл невесту Ащэмэза и камыл. Поднявшись в небо, дракон начал дуть в камыл с черной стороны и на землю нартов пришли холод и голод, затем такой зной, что вся вода

испарилась. Нартские витязи нашли и убили дракона (здесь наблюдаются мотивы борьбы с благо и мотивы непременной победы над ним - А.К.), забрали Афэмыда и камыл. Ащэмэз своей игрой на камыле смог вернуть мир и гармонию нартской земле.

Мотив умирающей и воскресающей природы имел отношение и к Тхагэлэджу. Его чудесная свирель, которая находилась у Ащэмэза, влияла на погоду, он покровительствовал растительному миру, в том числе и деревьям. Они "умирали" зимой и воскрешались весной.

Мотив умирающей и воскресающей природы наблюдается и в сказании о Самгуре - орле-титане. Самгур обладал способностью видеть прошлое и будущее. Когда он поднимался в небо, от взмахов его крыльев поднималась буря, волны моря закипали до самого дня и все звери и птицы в панике прятались, а цветы опускали свои головки. Но по велению Тхэшхо природа вновь оживала: небо прояснялось, солнце выходило в зенит, лес наполнялся душистым дыханием оживших цветов.

Мотив неминуемого наказания за грехи

В адыгском мировосприятии прослеживается мотив вечной борьбы добра и зла, они всегда в бинарном противостоянии. Когда зло поднимается выше, добро опускается, а за этим следуют катаклизмы – это Тхэшхо наказывает виновных. В подтверждение рассмотрим предание об озере Хумэджий. "Как рассказывают, история Хумэджий (Хъумэджый) началась очень давно, – повествует предание. – На месте озера Хумэджий раньше располагалось чылэ. Это село отличалось трудолюбием, люди жили сытно, хорошо, в достатке, но как говорится, "когда человек переходит черту, он начинает выходить из своего обличия", они пресытились своей жизнью, зазнались, и начали совершать грехи. Когда сыр из коровьего молока сушили, его клали в сапетку с пшеницей и там он лежал два – три года и ничего с ним не случалось. А здесь его катали как колесо, кусками твердого сыра играли в ханак (хьэнакъ - национальная адыгская игра, где применяются палки, которыми обычно бьют кусок дерева – А.К.). "Достигай неба, пастэ!" – говорили они, подбрасывая куски круто сваренного проса в небо. Так они начали играть с едой и совершили большой грех.

А одна пожилая женщина не одобряла этого, укоряла жителей. Однажды вечером к ней пришел посланник Тхэ и сказал: "Сегодня ночью будет большое наводнение. Собаки будут выть, коровы мычать, их будет уносить ураган, будет казаться, что мир рушится. Чтобы ни случилось, что бы ты ни слышала, не открывай дверь и не выглядывай". Он предупредил ее и ушел. Кто знает вышедшего от нее – говорят хороший человек, святой. Долго ли всему случится – собаки начали выть, коровы мычать, люди кричать, мир начал рушиться. Не понимая, что происходит, женщина немного приоткрыла дверь и выглянула одним глазом, но, как рассказывают, она ослепла на этот глаз. "Аллах, Аллах, все так, как он говорил!" – воскликнула она и закрыла дверь.

Долго ли это происходило, но чылэ ушло под землю, и на его месте стала вода. Посередине образовавшегося озера осталось два, три гектара суши, и от него была тропа, которую позже назвали "тропой хорошей женщины". Только по ней можно было проходить к суше посередине озера или выходить оттуда, по ней эта женщина вышла из озера, она потом жила в селе Шэбэнхабль еще много лет ..." [15]. Озеро Хумэджий, как и соседние адыгские селения, были затоплено Кубанским водохранилищем. На месте нынешнего Абрау-Дюрсо располагалось адыгское село Абраго (Абрагъу), который также ушел под воду за непослушание Тхэшхо. Предания о селах, ушедших под землю и превратившихся в озера, учат людей творить добро, быть сострадательными, что непременно будет отмечено Всевышним, если нет - жди возмездия, от которого нет спасения. Такова основа

адыгского миропонимания, связанная с Тхэшхо.

Мотив неминуемого наказания за грехи широко распространен в нартском эпосе. Практически в каждом сказании встречаются эпизоды бинарного противостояния добра и зла, где последнее всегда наказывается. Так был наказан иныж Шхабго, который ограбил вдову нарта Хымыща Исп гуащ. Он знал, что на нартском Хасэ было принято решение охранять и заботиться о постаревшей Исп гуащ, у которой никого не осталось, погибли и муж, и сын Пэтэрэз. Любой, кто обидит ее, будет непременно наказан, и данный грех будет приравниваться к ста грехам. Так и получилось: когда нарты были в походе иныж Шхабго ограбил Исп гуащ, за что сын Тлепша поймал его и привел к нартам, а те жестоко покарали злодея. Также был наказан и сын иныжа Шхабго, который, как и отец, постоянно досаждал нартам, особенно детям, когда они играли, кидал в них деревья, тем самым наносил увечья. Саусэрук и Шэбатынук поймали его, избили и он поклялся, что пока он жив, никогда не подойдет к нартам [3. Т. 7. С. 105-106].

Мотив непременного наказания за грехи и мотив непременного наказания за клятвонарушение прослеживается в противостоянии нарта Ерыщэко и одноухого иныжа на длинном черном коне. Иныж нападает на нарта Ерыщэко с войском, но терпит поражение и погибает от руки героя. Перед смертью иныж говорит: “Кому желаешь добра, скажи, чтобы не причинял зла бедным и слабым. Пусть не делает другому то, что самому себе не желает. Мне эти слова говорил старый нарт и заставил поклясться в том, что никогда больше никого не обижу, но нарушил клятву и навлек на себя беду ...” [3. Т. 1, с. 280]. “Старый нарт” - это отец Ерыщэко, который также победил иныжа, отрезал одно его ухо и, заставив поклясться, что больше никому не причинит вреда, отпустил.

В сказании “Как сын старика привез сестру нарта Нэджыко” повествуется о том, что сын Емынэжа причинял людям страдания, как и отец. Так он, воспользовавшись тем, что Тлежуко был в отъезде, отправился к его деду, связал его и держал у себя в сарае и кормил, как скотину на привязи. Вернувшийся домой нарт Тлежуко освободил деда, связал сына Емынэжа, прибил его к земле семью цепями так, чтобы тот мог только наклоняться к пище. Перед тем как отпустить сына Емынэжа, нарт ему сказал, что и впредь на его злодеяние неминуемо последует наказание. Так нарт проучил и наказал сына Емынэжа, чтобы он впредь не причинял вред нартам.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Кожин П.М.* Симпозиум по проблеме “Становление человеческого общества” // Вестник древней истории. 1968. № 4.
2. *Гутов А.М.* Народный эпос: традиция и современность. Нальчик: Изд-тво КБГИ, 2009. 228 с.
3. Нартхэр = Нарты: Адыгэ эпос: томибл хъурэ текст угъоигъэхэр / зэфэзыхьысыжьыхи зэхэзгъэуцуагьэхэр, ублэп1э очеркымрэ комментариехэмрэ зытхыгъэр А. Хьэдэгъэл1э. Мыекъуапэ, 1968. Т. 1; 1969. Т. 2; 1970. Т. 3; 1970. Т. 4; 1970. Т. 5; 1971. Т. 6; 1971. Т. 7.
4. Нарты. Адыгский героический эпос / сост. А.И. Алиева, А.М. Гутов, А.М. Гадагатль З.П. Карадангушев; вступ. ст. А.Т. Шортанова. М.: Наука, 1974. 415 с.
5. *Ципинов А.А.* Мифоэпическая традиция адыгов. Нальчик: Эль-Фа, 2004. 178 с.
6. *Казиева А., Шавхелишвили Б.* Образ героя-похитителя во благо в героических эпосах народов Кавказа (или что похищает мифический герой? // Фольклор и лингвокультурология народов Кавказа: материалы Междунар. симпозиума. Тбилиси, 2012. С. 174-178.
7. Мифы народов мира: энциклопедия: в 2 т. Т. 1: А-К / гл. ред. С.А. Токарев. М.: Сов. энциклопедия, 1987. 720 с.
8. *Хан-Гирей С.* Черкесские предания: избранные труды. Нальчик: Эльбрус, 1989. 285 с.

9. Военный сборник. СПб., 1880. № 10. С. 307-309.
10. Адыгэ усэнэр. Дамаск, 1940. С. 12.
11. *Дюмезиль Ж.* Легенды о нартах, новые тексты, относящиеся к герою Сосырыко, опубликованные в ж. "Обзор истории религии" [на фр. яз.]. 1942-1943. Т. CXXV. С. 17-18.
12. *Шортанов А.Т.* Адыгская мифология / А.Т. Шортанов. Нальчик: Эльбрус, 1982. 194 с.
13. *Тхагапсоев Х.Г.* Нартский эпос как логос кавказского культурогенеза (экзистенциальная реконструкция) // Истоки региональных культур России. СПб.: Изд-во РГПУ им. А.И. Герцена, 2000.
14. Мифы народов мира: энциклопедия: в 2 т. Т. 1: А - К / гл. ред. С.А. Токарев. М.: Сов. энциклопедия, 1987. 720 с.
15. *Натоκ И.* История о Хумаджие // Эхо. Майкоп, 1992. № 2.

Adygeya republican institute of humanitarian studies named after T.M. Keraseva, Maikop

© A.S. Kuek, 2019

АННОТАЦИЯ

Рассматривается наиболее распространенная мифологема в адыгском мифоэпическом сознании - мотивы. Показано, что она сопровождает человека с древнейших времен. Установлено, что основных мотивов в адыгском нартском эпосе более тридцати. Мотив добывания / возвращения огня, мотив богоборчества, мотив уязвимого места на неуязвимом теле, мотив непременного наказания за грехи, мотив умирающей и воскресающей природы (мотив единства и борьбы противоположностей в природе) являются наиболее распространенными.

Ключевые слова: нартский эпос, нарты, иныжи, испы, мифоэпическое сознание, мотивы, богоборчество, волшебная свирель Ащэмэза.

Адыгейский республиканский институт гуманитарных исследований им. Т.М. Керашева, Майкоп

© А.С. Куек, 2019

ФИЛОЛОГИЯ

Исламский фактор в истории адыгов (конец XVIII - 40-е гг. XIX в.)

Панеш А.Д.

В истории адыгов религиозная составляющая занимает важное место. Анализ религиозного фактора позволяет по-новому осмыслить некоторые особенности адыгского менталитета. Знания о жизни и окружающей действительности у черкесов проявлялись в форме религиозного синкретизма, представляющего собой своеобразное общекультурное явление, проявляющееся в сочетании разнородных учений религиозного, антропологического или космологического характера. Определенный отпечаток на религиозное сознание адыгов наложило сосуществование, переплетение, наслоение пережитков языческих верований, элементов христианства и доктрин ислама. В частности, мусульманская религия оказала значительное влияние на исторические судьбы адыгов.

Ряд исследователей предполагает, что исламизация адыгов началась еще в XIV в., когда при хане Узбеке (1312-1342) ислам стал государственной религией Золотой Орды [1]. Об этом же пишет и А. П. Новосельцев в статье, посвященной краткой истории распространения христианства, ислама и иудаизма на Кавказе в средние века. “Усилиями золотоордынских ханов, а затем их наследников, крымских Гиреев, ислам укрепил свои позиции в равнинных и предгорных районах центрального Кавказа. Однако массовая исламизация адыгов, чеченцев, ингушей, балкарцев, карачаевцев, а также части осетин наблюдается лишь с конца XVIII в., когда принятие ислама стало формой борьбы горских народов против самодержавия. В этих условиях ислам, который в XVI – XVII вв. рассматривался как религия враждебных горцам Крыма и Османской империи, постепенно стали идеологическим знаменем в борьбе против захватнической политики царизма [2:34]. В данной статье ученый затрагивает ряд важнейших теоретических вопросов, связанных с принятием религии. В частности А. П. Новосельцев подвергает обоснованной критике концепцию, согласно которой “– главной и основной причиной принятия христианства или ислама были коренные изменения в общественно-экономическом строе того или иного общества” [3: 35]. Причины христианизации или исламизации той или иной страны, по мнению А. П. Новосельцева, нужно рассматривать через призму причин этнического, политического и культурного характера. Такой подход позволяет объяснить, почему то или иное общество стало христианским или мусульманским или, наоборот, отказалось соответственно от ислама или христианства в пользу иной религии [3]. Автор выдвинул также важное положение о сложности конкретного процесса принятия новой веры и о длительности реального хода исламизации.

Исламизация адыгов имела свои особенности. Известно, что этот процесс начался в среде черкесской знати, которая не отличалась глубокой религиозностью. Поэтому она не проявляла особого рвения в деле исламизации крестьян [5:36]. Князья и дворяне, приняв ислам, усвоили, главным образом, его внешнюю ритуальную сторону. Следует также отметить, что и христианство не было воспринято адыгами достаточно глубоко.

Причины индифферентности адыгов к монотеистическим религиям следует искать в фундаментальной основе их культуры – адыгэ хабзэ – универсальном морально-правовом кодексе. Всеобъемлющий характер ее норм позволял ей во многом заменять религию.

В конце XVIII в. на Северном Кавказе меняется геополитическая ситуация. Она была вызвана расширением экспансии царизма в регионе. Своеобразной реакцией на эту политику явилось движение под руководством шейха Мансура, начавшееся в 1785 г. Первоначально движение вспыхнуло в Чечне и его возглавил житель селения Алды Ушурма, вошедший в историю под именем шейха Мансура. Для объединения сил горцев он использовал идеологию ислама.

Шейх Мансур пытался распространить идеи освободительного движения и среди западных адыгов. Важным направлением его деятельности в Черкесии являлось укрепление позиций ислама. Исламская проповедь Мансура имела определенные успехи среди адыгских крестьян.

Дальнейшее распространение ислама в Западной Черкесии было связано с активизацией турецкой политики в регионе. Порта стремилась укрепить свои позиции среди адыгов активным распространением ислама. Особенно энергично в этом направлении действовал Хадж-Хассан Чечен-оглу [6: с. 87].

Мусульманская религия как идеологическое средство для политического объединения горцев занимала важное место в системе взаимоотношений адыгов с государством Шамиля. Идеи освободительной борьбы, распространявшиеся проповедниками ислама, нашли благодатную почву в среде отдельных адыгских субэтносов.

В одной из последних работ возникновение идеологии освободительного движения на Северо-Восточном Кавказе рассматривается “как естественный, исторически неизбежный процесс обновления суфизма в рамках реформистского исламского возрождения” [7:6]. Трансформация мюридизма в военно-политическую форму была обусловлена борьбой горцев Дагестана и Чечни против экспансии царизма. Лучшие умы дагестанского общества стремились критически осмыслить создавшуюся ситуацию и найти новые формы сплоченности своих рядов для борьбы. Поиском новых форм организации освободительного движения были заняты известные религиозные и политические деятели Магомед Ярагский, Джамалудин Казикумухский, Магомед-кади Акушинский, Гамзат-бек Гоцатлинский, Гази-Магомед и Шамиль Гимринские и многие другие [8: 53-54].

Сильное влияние на борьбу адыгов за независимость оказывало антиколониальное движение народов Северо-Восточного Кавказа, принявшее массовый и организованный характер в 20-е гг. XIX в. Духовным лидером и идейным вдохновителем на начальном этапе этого движения был Магомед Ярагский. В дальнейшем имамы Гаджи-Магомед и Гамзат-бек проявили огромную энергию и талант в деле военно-политической организации борьбы народов Дагестана и Чечни.

19 сентября 1834 г. Шамиль был провозглашен третьим имамом Дагестана и Чечни. В течение 1834-39 гг. он сумел объединить земли Аварского ханства, множество союзов сельских общин горного Дагестана, почти всю Чечню и ряд обществ Ингушетии в рамках сильного теократического государства - имамата.

Одним из важных направлений в политике Шамиля являлось установление тесных связей между двумя основными очагами антиколониальной борьбы - Черкесией и имаматом.

В 1842 г. в Западную Черкесию прибывает первый наиб Шамиля Хаджи Мухаммед. Свою деятельность он начал на территории Абадзехии.

Система политико-идеологических установок Хаджи Мухаммеда включала в себя идеи о социальном равенстве, освобождении зависимых, подчинении всех центральной власти. Наиб Шамиля также был намерен внести изменения в традиционную военную организацию адыгов, создав отряды муртазеков, которые могли стать ядром регулярной армии.

Представления Хаджи Мухаммеда об общественном переустройстве и политической консолидации основывались на принципах ислама. Известно, что в Западной Черкесии в рассматриваемый период позиции ислама были еще слабыми. В имамате Шамиля мусульманская религия являлась важнейшим средством духовной консолидации борющихся за свою независимость горцев. Еще задолго до XIX в. ислам выполнял в Дагестане функции мировоззренческой и социально-культурной системы для всех народов [9:385].

В Западной Черкесии в связи с активизацией борьбы адыгов за независимость консолидирующая роль мусульманской религии стала возрастать. Однако готовность адыгов встать под знамена ислама во имя свободы и независимости на этом этапе была вызвана не столько потребностями восприятия духовных ценностей ислама, сколько необходимостью консолидации своих сил в борьбе с экспансией царизма. Данное обстоятельство создавало определенные трудности для первого наиба Шамиля, плохо знакомого с адыгской действительностью, и для которого исламско-шариатские нормы являлись высшим идеалом.

В начале своей деятельности Хаджи Мухаммед пытается решить важную в военно-тактическом и политическом отношениях проблему. Она была связана с активно применявшейся военными властями практикой деления адыгов на “мирных” и “немирных”. К “мирным” адыгам были отнесены бжедуги, хатукайцы, темиргоевцы, бесленеевцы, закубанские кабардинцы. Земли этих субэтносов были окружены кордонными линиями, которые значительно затрудняли их связи с другими районами Черкесии. Таким образом, военное командование пыталось лишить часть адыгов возможности к открытому вооруженному сопротивлению.

В этих условиях Хаджи Мухаммед посещает ряд темиргоевских, хатукайских и бжедугских аулов, пытаясь увести в горы их жителей подальше от русских военных укреплений. Реалии внутриполитической жизни адыгов, с которыми столкнулся наиб, приводят его к убеждению о необходимости согласия и единства между черкесами для успешной борьбы за независимость. Средства для их достижения Хаджи Мухаммед видел несколько в иной плоскости, чем сами адыги. Являясь убежденным последователем Шамиля, он стремится внести в адыгскую среду порядки, подобные тем, которые существовали в имамате. Не добившись заметных успехов среди аристократических субэтносов, Хаджи Мухаммед возвращается в Абадзехию, где его усилия были направлены на создание единой административной системы и регулярной армии.

Деятельность первого наиба Шамиля не осталась незамеченной для убыхских лидеров, пригласивших его к себе в феврале 1843 г. Хаджи Мухаммед находился в Убыхии три месяца, но каких-либо значительных успехов не добился. Убыхи не были склонны к кардинальному реформированию на основе шариата системы самоуправления в своих обществах. Опираясь на традиционные общественно-политические институты, они уверенно противостояли экспансии царизма [10:218].

Хаджи Мухаммед находился в Западной Черкесии всего два года, но его идеи, по мнению одного из офицеров русской армии, “постепенно привились и затянули покорение Западного Кавказа на 18 лет” [11:64]. Важным успехом наиба Шамиля являлось усиление малочисленного и не влиятельного прежде у западных адыгов мусульманского

духовенства. В связи с этим процесс исламизации получил дальнейшее развитие.

Деятельность Хаджи Мухаммеда среди адыгов не была "гладкой", так как против него иногда выступали их отдельные группы и социальные слои. В среде тфокотлей (категория адыгских крестьян), составлявших социальную опору наиба, зрело недовольство принудительной регламентацией общественной жизни. Система налогов и штрафов, применявшаяся Хаджи Мухаммедом, противоречила вековым представлениям адыгов, которые отдавали предпочтение более либеральному адату.

Существовали и объективные факторы, затруднявшие процесс ут-верждения единой политической организации. К ним следует отнести противоречия между адыгскими субэтносами, отсутствие целостной экономической базы, нежелание многих адыгов ограничить свободу личности, подчинившись центральной власти [12: 104].

В 40-х гг. XIX в. Северный Кавказ представлял собой сложный клубок переплетения внешнеполитических и социально-экономических внутренних противоречий. Сохранялись напряженные отношения между Россией и Турцией, поддерживаемой Англией и другими государствами Западной Европы. Почти беспрерывно то в одной, то в другой области края вспыхивали социальные конфликты и движения народных масс. Все это придавало определенный колорит и оказывало свое прямое или косвенное воздействие и на ситуацию на Северо-Западном Кавказе.

В этот период происходит активизация антиколониальной борьбы в Черкесии, в Чечне и Дагестане. Учитывая благоприятную военно- политическую обстановку, Шамиль предпринимает попытку объединения двух центров вооруженного сопротивления. В начале 40-х гг. в Кабарде активно действовали сторонники независимости и шариатского правления князь Мисост Атажукин, эфенди Умар Шеретлоков и представитель знатной дворянской фамилии Мухаммед-Мирза Анзоров. Они находились в переписке с Шамилем и призывали его к активизации военных действий на Центральном Кавказе.

В начале апреля 1845 г. в Западной Черкесии появляется второй наиб Шамиля Сулейман Эфенди, перед которым стояла задача по организации адыгского отряда для соединения с Шамилем. 2 апреля 1845 г. на р. Убин состоялось большое собрание шапсугов и натухайцев, где была предпринята попытка создания вооруженного отряда в помощь Шамилю. Было решено проводить набор отряда по числу речек, так как отправка воинов в состав ополчения от каждого двора было обременительно для адыгов. Работа по сбору ополчения проводилась и среди абадзехов и убыхов.

В конце апреля 1845 г. шапсуги и натухайцы провели еще одно собрание и решили выставить в помощь Шамилю по 10 всадников от каждого аула.

Сулейману Эфенди не удалось получить согласия на поставку ополчения от бжедугов, темиргойцев, хатукайцев и адамийцев. Вскоре наибом было получено письмо от Шамиля, в котором имам призывал адыгов к активизации борьбы с Россией. В письме также сообщалось о победах, одержанных имамом в сражениях с русскими войсками [13: 59]. Очевидно, письмо было рассчитано на то, чтобы вдохновить адыгов и укрепить авторитет Сулеймана Эфенди.

В августе 1845 г. отряд шапсугов и натухайцев предпринимает попытку соединиться с Шамилем, но после нескольких боев с войсками Л.М. Серебрякова адыги отказываются от дальнейшего похода.

Осенью 1845 г. Сулейман Эфенди активизирует свою пропагандистскую деятельность, пытаясь убедить адыгов в необходимости соединения с Шамилем. Следует отметить, что и среди адыгов имелось немало сторонников, проводивших активную агитацию в пользу объединения с силами имама. Так, по призыву натухайского эфенди Хаджука

Магомета состоялось собрание на речке Кудако, на котором было оглашено воззвание Шамиля с требованием прекратить "всякие сношения с русскими". Такие же призывы распространял среди абадзехов Хаджи Тугуз Смаил.

Начальник Центра Кавказской линии генерал Пирятинский, обес-покоенный сведениями о готовящемся походе Шамиля в Кабарду, предпринимает срочные меры по стягиванию военных сил к р. Тереку, где предполагалось вторжение имама [13: 17].

Российское правительство хорошо сознавало важное стратегическое и политическое значение Кабарды в борьбе с движением кавказских горцев.

"Хотя теперешняя Кабарда, – доносил полковник Юрьев шефу жандармов графу Бенкендорфу в ноябре 1841 г. – не так сильна, чтобы могла быть опасна собственными своими силами, но связями родственными с князьями и дворянами других кавказских племен, уважением к их происхождению и гордым характером и до сего времени удержали еще значительное влияние на других горцев, каким пользовались во времена своего могущества. И потому-то сохранение спокойствия в Кабарде весьма важно в настоящую эпоху для Кавказа, тем более, что малейшая ошибка местного начальства, управляющего Кабардой, может произвести открытое восстание и сделать опасною Военно-Грузинскую дорогу" [15:47-48].

В начале апреля 1846 г. Шамиль со своим войском подошел к Тереку возле аула Эльхот. Переправившись через Терек, отряды Шамиля расположились в аулах Мухаммеда-Мирзы Анзорова. Имам пользовался поддержкой определенной части кабардинцев. Еще за четыре месяца до этого похода к нему обращались влиятельные люди с просьбой о военной помощи.

Командование Центра Кавказской линии направило против Шамиля значительные силы, насчитывавшие пять батальонов в составе Тенгинского пехотного полка под командованием полковника Левковича. Из Нальчика были вызваны еще две сотни казаков.

Учитывая сложившуюся обстановку, Шамиль посылает своих людей в Чечню за подкреплением. К абадзехам были отправлены два кабардинца с воззванием о помощи. Адыгское ополчение должен был возглавить Сулейман Эфенди. По плану Шамиля объединенные силы сопротивления должны были "уничтожить русское владычество на Кавказе".

После нескольких сражений с противником на открытой местности, Шамиль, не дождавшись ополчения из Западной Черкесии, начал отступление в Чечню. На переправе через Терек войска имама атаковали полк Левковича и вынудили его отступить.

Поход Шамиля не достиг намеченных целей. Территория Кабарды находилась под контролем русских военных властей и основная масса населения была лишена возможности оказать активную поддержку имаму. Тем не менее, с Шамилем ушло несколько сот кабардинцев - его активных сторонников, в числе которых был и Мухаммед-Мирза Анзоров, сыгравший видную роль в антиколониальной борьбе горцев Чечни и Дагестана.

Таким образом, первые наибы Шамиля Хаджи Мухаммед и Сулейман Эфенди добились определенных успехов в укреплении позиций ислама среди адыгов. В условиях усиления экспансии России мусульманское духовенство не только проповедовало новое учение, но и участвовало в военных операциях и наряду с князьями и дворянами возглавляло боевые отряды. Вместе с тем исламский фактор не был решающим в борьбе адыгов за независимость.

Изучение состояния религиозной жизни адыгов на разных этапах истории является важнейшей задачей исследователей. При этом усилия ученых должны быть сосредоточены на проблему адаптации религиозной догматики к объективно меняющимся условиям

жизни.

Проблемы, связанные с изучением религиозно-политических движений на Северном Кавказе в период Кавказской войны являются предметом пристального интереса не одного поколения исследователей. При этом на протяжении довольно длительного времени его содержательная динамика, приоритетность тех или иных аспектов изучения, а также профессиональные оценки зависели, а зачастую и продолжают зависеть, от господствующих идеологических предпочтений государства. И только в последние десятилетия, благодаря изменениям, произошедшим в развитии, как самой исторической науки, так и политического климата в стране, появились реальные возможности более взвешенного подхода к пониманию сложной и неоднозначной природы идеологии черкесского сопротивления.

В этой связи следует отметить, что вопрос о своеобразии духовных практик адыгов весьма непростой. Скрупулезное и комплексное изучение их особенностей поможет вывести наши знания на новый уровень. Выявление, анализ и описание устойчивых особенностей, характерных для адыгского этнического сообщества относятся к важнейшим задачам гуманитарных наук.

Как и у всех народов мира, путь духовных исканий адыгов был сложным и многогранным. На протяжении своей истории они испытали влияние практически всех мировых религий. Тем не менее, ни одно религиозное учение прочно не привилось в адыгском обществе.

ЛИТЕРАТУРА

1. *1. Лавров Л.И.* Доисламские верования адыгейцев и кабардинцев // Труды Института этнографии. Новая серия. М., 1959. Т. 51; Тизенгаузен В. Сборник материалов, относящихся к истории Золотой Орды. СПб., 1884. Т. 1.
2. *Новосельцев А.П.* Христианство, ислам и иудаизм в странах Восточной Европы и Кавказа в средние века // Вопросы истории. 1989. № 9.
3. *Новосельцев А.П.* Указ. соч.
4. *Кажаров В.Х.* Песни, ислам и традиционная культура адыгов в контексте Кавказской войны // Адыгские песни времен Кавказской войны. Нальчик, 2014.
5. *Чирг А.Ю.* Развитие общественно-политического строя адыгов Северо-Западного Кавказа (конец XVIII-60-е гг. XIX в.). Майкоп, 2002.
6. *Пашаева Ш.Ю.* Кавказский мюридизм в Дагестане и Чечне: возникновение, становление, развитие (1821-1838). Дисс. ... канд. ист. наук. Махачкала, 2002.
7. *Рамазанов Х.Х.* Имамат и его роль в народно-освободительной борьбе горцев. Реформаторская деятельность Шамиля // Кавказская война: народно-освободительная борьба горцев Северного Кавказа в 20-60-х гг. XIX в. Махачкала, 2006.
8. *Магомедов Р.М.* Два столетия с Шамилем. Махачкала, 1997.
9. *Кожев З.А.* Кавказская война (1763-1864 гг.)// Адыгская (Черкесская) энциклопедия. М. 2006.
10. *Соколов Д.* Хаджи-Магомет. Сподвижник Шамиля (историческая справка) // Кубанский сборник. Екатеринодар, 1905. Т. 2.
11. *Чирг А.Ю.* Указ. соч.
12. *Касумов А.Х.* Северо-Западный Кавказ в русско-турецких войнах и международные отношения XIX в. Ростов-на-Дону, 1989.
13. *Касумов А.Х.* Указ. соч.

ABSTRACT

The article is devoted to the study of the role of the Muslim religion in the political consolidation of the Circassians during the period of aggravation of the geopolitical situation in the North Caucasus. The paper shows that strengthening the position of Islam in Western Circassia was in a certain way connected with the activities of the Naib of Shamil. The article also traces a brief history of the spread of Islam among the Circassians.

Keywords: Circassians, religion, Islam, politics, Imam Shamil, Naib.

Adygeya republican institute of humanitarian studies named after T.M. Keraseva, Maikop

© A.D. Panesh, 2019

АННОТАЦИЯ

Статья посвящена исследованию роли мусульманской религии в политической консолидации адыгов в период обострения геополитической ситуации на Северном Кавказе. В работе показано, что усиление позиций ислама в Западной Черкесии было определенным образом связано с деятельностью наибов Шамиля. В статье также прослеживается краткая история распространения ислама среди адыгов.

Ключевые слова: адыги, религия, ислам, политика, имам Шамиль, наибы.

Адыгейский республиканский институт гуманитарных исследований им. Т.М. Керашева, Майкоп

© А.Д. Панеш, 2019

ФИЛОЛОГИЯ

УДК 801.8

Историзм адыгской прозы и его упоминаемость у мастера-учителя (к 80-летию Казбека Шаззо)

Хуако Ф.Н. – академик АМАН

Холодные февральские дни текущего 2019 года некоторым образом ворошили подсознание. Помимо четко известных дней рождений дорогих людей (дедушки, папы и маминого брата) есть еще кто-то, кто входит в такой ценный для меня круг – наставники мужского рода. И тут осеняющее взор фото на книжной полке, – конечно: Казбек Гиссович. Сразу вспоминается заинтересовавший недавно биографический роман автора 30-х гг. XX в. Ильи Эренбурга "Необычайные похождения Хулио Хуренито и его учеников", который убедил уже своим Вступлением. Это произведение очень сильно озвучивает и воспроизводит целиком разделяемые нами эмоции, ассоциирующиеся с образом адыгского Учителя, мастера родного литературоведения К.Г. Шаззо. Вот, к примеру, фрагмент из такого Вступления у И. Эренбурга: "С величайшим волнением приступаю я к труду, в котором вижу цель и оправдание своей убогой жизни, к описанию дней и дум Учителя Хулио Хуренто. Подавленная калейдоскопическим изобилием событий, моя память преждевременно одряхлела; этому способствовало также недостаточное питание, главным образом отсутствие сахара. Со страхом я думаю о том, что многие повествования и суждения Учителя навеки утеряны для меня и мира. Но образ его ярок и жив. Он стоит передо мной, худой и неистовый, в оранжевом жилете, в незабвенном галстуке с зелеными крапинками, и тихо усмехается. Учитель, я не предам тебя!" [3. с. 219]. Столь очевидное созвучие испытываемого нами сегодня с ощущаемым в свое время И.Эренбургом уже при первом ознакомлении с текстом настроило на ассоциации и пробудило возможность данного сопоставления.

Многое из созданного Казбеком Шаззо нацелено на упрочение культуры целого этноса. Аналогично действенны его разножанровые работы. В том числе и статьи. Значительное количество насыщенных текстов такого формата выпущено из-под его пишущего стержня, и это имущество, конечно, нуждается в классифицировании и возможной групповой отнесенности. Непосредственно подобному групповому распределению содействовал вышедший в свет в Майкопе в 2014 году трехтомник мастера "Избранные труды Казбека Шаззо". Создатель данного труда осведомленно внедряет в рассматриваемые материалы принципы историзма. При этом он делает такое в различных временных пространствах: как на нынешней, так и на хроникальной художественной почве. Тщательно рассматривая литературный инструмент, литературовед находит информационные ресурсы национального художественного продуцирования адыгов, успешно сочетающих в своих текстах личность и социальную среду. И на этой стезе К.Г. Шаззо центральной нитью вывязывает такую весьма значимую и лидирующую, какую представляет собой историзм, то есть хроникальная приближенность к реальности.

Действительно, непросто обозначить самобытные особенности этнического текста в течение ряда десятилетий, составляющих столетие. При этом необходимо прочертить его своеобразие, однако здесь же учесть и длительное созвучие, – все это непросто даже и на развитом научном поле. Формируемые в подобном ракурсе авторские думы задевают, порой пронизывают читателя. Они мягко щекочут получателя, часто пощипывают и тем самым пробуждают желание вступить в разговор и стать участником развернувшегося на читательских глазах диспута. Сам Мастер по этому поводу, очерчивая про-

фессиональную нацеленность аналитика литературы, подчеркивал: это продуцирование должно сохранять пламенность. Выстраивая ход мыслей весьма последовательно, К.Г. Шаззо, тем не менее, не упускает из числа изобразительных орудий этот жар, и критика оказывается достаточно эмоциональной.

Ну, и обратимся непосредственно к историчности нашей стержневой прозы, поясняя такую ее отнесенность. Поскольку непосредственно историзм, анализ и разбор художественных текстов, принадлежащих к весьма различающимся социально-политическим планам, выступили центральными линиями в творческом интересе и в активе К.Г. Шаззо. Обязательно утверждается в науке, что историчность складываемого этническим оратором слова представляет собой древний ключ, сохраняемый на протяжении столетий в форме определенного презента и передаваемый эпической литературе (в т.ч. роману). Оказывается таковой в этих жанровых (романных) границах непременным требованием к образованию соответствующих фигур. Без оглядки на советские механизмы словотворчества, замедлявшие требуемое развитие созидания, середина минувшего столетия утвердила череду маститых адыгских прозаиков, расцениваемых сегодня как национальные классики. Это А. Шогенцуков, Т. Керашев, А. Евтых, А. Кешоков, И. Машбаш, Н. Куек и др. Интенсивно продвигая в адыгской литературоведческой науке рассматриваемое нами свойство (историзм), К.Г. Шаззо уверяет социум: подобная черта действенна и в современной адыгской литературе. Она активно содействует тому, что не только крупножанровые романисты, но и маложанровые лирики стремятся произвести пройденную стезю с позиций нового времени и таким образом соотнести различные по времени площади.

В целом, воспроизведение досоветского минувшего с применением фольклорного материала отнюдь не ново в северокавказских произведениях. Уже в давней первой половине минувшего столетия имелось в национальной (в частности, в адыгской) литературе своеобразное воспроизведение исторического приема с уходом в столетние гущи. Это историческая повесть Тембота Керашева “Дочь шапсугов” (Майкоп, 1951), в коей писатель художественно обобщил существенный фольклорный запас. И потому этот автор признается учеными как интеллектуальный геркулес адыгов, умное и выразительное изложение коего и в наши дни вырисовывает этносу пути развития.

Тем не менее, очевидно при этом и другое. Тогдашний мощный негатив советского строя, базирующийся на учрежденческих приказах в культурной среде; безапелляционная идеология с ее рамками, – все это скопом нанесло заметный урон поющим горскую песнь кавказским повествователям. Кроме того, плотный песенный слой оказался утрачен с избегавшим власти певцом, прячущимся и уходящим от официальных видов деятельности. Многочисленные утраты такого типа перешли в конкретный языковой голод, мучивший этнических представителей, нуждающихся в обороте ко внутреннему миру. Именно это и вылилось в тенденцию лиризации в середине прошлого века. Непосредственно такую тональность можно пронаблюдать у ряда адыгских писателей, к которым мы относим А. Евтыха, Х. Ашинова, П. Кошубаева, С. Панеша, Н. Куека, Ю. Чуяко и др.

Хотя концентрация личностного элемента в художественной прозе и обращение к индивидуальному все равно не удовлетворяли общество, и это списывалось на неимение действительного факта. Подчиняясь непременным тогда требованиям советского государства, нередко послушная адыгская (младописьменная) литература как-то в 90-е гг. XX в. очутилась перед разваливающейся Родиной (СССР). Причем в перестроечном зачине как раз факт требовался всякому адыгоязычному представителю. Срабатывало

утомление, появившееся механически, после перенасыщения ком- партийным игом. Угнетало состояние, при котором всякий партийный атрибут однозначно уважался в качестве единственно верной позиции, а любое противоположение в его адрес считалось отдаленным от правды надругательством. Неправда, одна сменяющая другую, предопределила успешный исход в зачинавшейся в конце 80-х гг. XX в. перестройке.

Когда непосредственно оказался распознан вкус независимого слога, чудом исчез партийный цензор. Всякий говорящий выступил в роли вольного производителя, не неся никакой (моральная теперь – не в счет) обязанности отвечать за сказанное. На первых порах подобное расположение утешило, успокоило, а в дальнейшем, при более тщательном рассмотрении происходящего, – ощутимо расшатало при отсутствии каких-либо духовных установок в современной РФ-конструкции. Для творчески действующего адыга подобное положение сработало, несомненно, на том, что интересующая нас сейчас потребность в факте, рядом со свежей тогда вольностью, дала возможность писателям говорить о многом, случавшемся когда-либо с народом. В частности, это были войны позапрошлого и прошлого столетий, революция и затопление. Предпочтение факта, а с ним, – и хроникальности убедительно преобладает на страницах художественных текстов адыгских авторов (в частности, А. Евтых, И. Машбаш, С. Панеш, Ю. Чуяко Н. Куек и др.).

Существенная доля словотворцев сосредоточилась на случавшемся, писатели начали рассматривать событийные поля. Как мы отмечаем в одной из своих статей наших дней, историзм адыгской прозы допустимо систематизировать по группам. Это обусловлено тем, что позиции писателей часто различаются, точки зрения расходятся, выводы противополагаются. И на таком фундаменте можно обозначить: 1) историзм событийный, фактический; 2) историзм внутренний, эмоциональный; 3) историзм философский, мифический. [2. с. 200] Поясним их несколько.

1. Историзм событийный, фактический. Данная категория адыгских писателей сконцентрирована на противоречиях распространенных в этническом прошлом конфликтов. Их обязательная острота обусловлена кровавой болью драматично утратившего в прошлом свои ряды и земли этноса. Такой исторической тематикой основательно были заняты в середине прошлого века (А. Евтых) и частично занимаются сегодня (И. Машбаш) наши авторы. Центральную тематику, относимую к строке Аскера Евтыха, являли собой события, случавшиеся и протекавшие в послевоенном ауле. Активистом, вращавшимся в большей части книг, оказывался чаще выходец с боевого поля, только вернувшийся с победой и радостно выстраивающий систему нового, многообещающего быта. При этом просматривалась реальная склонность к приукрашиванию лика такого боевого коммуниста. Благодаря соцреалистическому пафосу его интенсивный позитив позволял победить все имеющиеся на селе трудности. Как признавала критика, такая расположенность присуща таким трудам Аскера Евтыха, как “Превосходная должность” (1948), “Аул Псыбэ” (1950) и последовавшим за ними крупным (порой, – романным) произведениям (“Солнце над нами”, “Девушка из аула”, “У нас в ауле”). События в повести “Аул Псыбэ” случаются в стартовые годы после войны. Центральные персонажи произведения являются боевыми участниками ВОВ. Целиком все произведение тематически обращено к достижениям жителей аула по воссозданию разваленного во время войны сельского механизма. Пришедший после небесных боев главный герой, пилот, оказывается действующим в колхозе партийным секретарем. В этой роли он приступает к делам, нередко входя в перепалку (как внешнюю, словесную, так и внутреннюю, межличностную) с колхозным руководителем, который тоже есть бывший ратник, порой игнорирующий мнение рядовых обывателей в мирных буднях. Иная проза среднего жанра (повесть) у А. Евтыха,

относимая к середине прошлого века, – "Превосходная должность". Она описывает государственный проект по налаживанию энергетической станции в водных условиях (в частности, на одной из рек Адыгеи – реке Белой). В созвучии с "Аулом Псыбэ", в этом тексте просматриваются прямые, присущие советскому соцреализму дефекты: облегченность тягот и приподнятость описаний. Хотя в этом тексте тональность напыщенной пафосности просматривается не столь очевидно. Третья повесть А. Евтыха о послевоенной бытовой налаживаемости ("У нас в ауле"), аналогично двум, вышеупомянутым в текущем разделе, рассказывает о бытии адыгского населенного пункта советского времени, о трудностях и подвигах сельчан и колхозных членов, но здесь есть и судьба молодой женщины, решившейся уйти от мужа в родное гнездо. Здесь она принимается существовать независимой и самостоятельной деятельностью. С опорой на оказываемую ей поддержку близких девушка ломает оказываемое ей некоторыми земляками недоверие. Оно порождено тем, что с давних пор в адыгском обществе уходящая добровольно из дома мужа женщина выступала в отверженной роли. Минуя еще ряд лет писатель вновь занимается исторически- подкрепляемым повествовательным жанром в 60 – 70-е гг. XX в. Его повести "След человека", "Судьба одной женщины" и другие, по выражению Х. Тлепцерше, "являются великолепными образцами" жанра и "достойны его первой повести "Мой старший брат". В них, по словам критика, "писатель выходит на уровень повествовательной прозы в современной советской и мировой литературе" [1. с. 68].

2. Историзм внутренний, эмоциональный. Данная группа исторически заинтересованных адыгов среди повествователей несколько больше сосредоточена на внутреннем мире. Оказывается задействованным и духовный строй адыга, его мысли и думы, сопровождаемые эмоциями, относимые ко второй половине XX в. (Х. Ашинов, П. Кошубаев, С. Панеш). К примеру, в итоговой собственной публикации "Къэбар гухэкI" ("Горестный рассказ", 1992) Х.Ашинов часто сосредоточивается на деталях жесткого боевого бытия на фронте, хотя и с лирическим уклоном, но не без эпической событийности. Общественные дискурсы появившегося в конце прошлого века свежего потока. Его течения подули к моменту распада страны, отобразились на шансе выхода в 1998 г. содержащего исторические факты произведения Сафера Панеша "Хым ишъхьал мэхьаджэ, е неущ кIасэ хъущт" ("Мельница моря перемалывает, или завтра будет поздно"), созданного автором в 1989 г., но не нашедшего тогда государственной поддержки. Это предопределялось тем, что по пронзительности и болезненности формулируемых текстом проблем, по общественно-политической нацеленности книгу С. Панеша допустимо расположить близко к порой спорному "Прощанию с Матерой" Валентина Распутина. Унисон российского и адыгского авторов просматривается в их озабоченности и сильной возмущенности заливаемыми насильно водными полями новой власти.

3. Историзм философский, мифический. Другая категория посвященного истории адыгского словотворчества активней нацелена на философию. При этом сильно и интенсивно раскрыта ткань этнически-обусловленного душевного пространства в мифопоэтике Н. Куека и других философствующих писателей уже в приближении к текущему тысячелетию (К. Шаззо, Ю. Чуяко и др.). Тем не менее индивидуальные признаки характера в их своеобразном воспроизведении преимущественно различаются по хроникальному признаку. Это подтверждается стартовой прозаической книгой Санят Гутовой "ШIэныгъэ шъэф" ("Тайное знание", 2004), охватывающей существующие в новом мире эпизоды действительности в созвучии с акцентами столетий. Существенное количество военных эпизодов, случавшихся в истории, вновь воплотилось и в художественном ракурсе А.Евтыха. Его романные изложения "Разрыв сердца" ("Разорванная картина") и

“Я – Кенгуру” выходят в 2000 г. посмертно в Москве под общим заголовком “Разрыв сердца”. К трагическим обстоятельствам и примерам из реальности на отческих землях приступает в пределах своих повествований малых жанров также и А. Схаляхо в книге “Огненный витязь”.

Уже при обобщении данной классификации, становятся видимыми в этих насыщенных грудах художественного массива отдельные частицы. Всякая черта любой из данных частиц переливается в периодическом мастерском изложении К.Г. Шаззо, анализирующего груду. При этом несомненно: не будь таких авторских подсветок, поскучнели бы подобные частицы, нередко мрачные и застоявшиеся, выступив лишь серой последовательностью фактов. Тем не менее, не способен допустить подобного литературовед. Внушительность строя и своеобразие концепции, лирическое изложение реальной наукообразной ткани позволяют вновь и вновь утверждать не только информационные, но и эмоциональные узлы его филологических нитей. Обнаруживается в подобном формате также некая необычная словесная схватка с действующим в настоящем адыгским романистом Исхаком Машбашем. Такая разно- позиционная беседа дает взглянуть на литературные проблемы в наши дни, причем происходит это с противоположных, порой радикально отличных точек зрения. Тем самым рассмотрение уверенно прогрессирует. Таким образом, в полной мере применяются К.Г. Шаззо и монолог, и диалог в текстах, что дает возможность закрепить зрительское внимание уже на стартовых страницах и сохранять его действующим до почина. Относительно тематического набора можно сказать, что он не менее объемен, чем набор жанровый. Причем по-другому и быть не могло. Данный цикл публикаций Казбека Шаззо объектом имеет длительное вековое творчество, а потому столь же длителен охват предметов и лиц, сопровождающих данное творчество.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Тлепцерше Х.Г.* На пути к зрелости. Краснодар: Кранодарское кн. изд-во, 1991.
2. *Хуако Ф.Н.* Действующее лицо истории в адыгской прозе прошлого и нового веков // Вестник АГУ (ВАК). 2016. № 2 (177). С. 200–205.
3. *Эренбург И.И.* Собрание сочинений в 8-ми тт. Т. 1. М.: Худож. литература, 1990. 638 с.

ABSTRACT

Keywords: Adyg, prose, writer, historicism, literary criticism, Shazzo.

Maikop state technological university, Maikop

© F.N. Khuako, 2019

АННОТАЦИЯ

В статье как объект рассмотрения изучаются историзм и его возможные проявления в эпической прозе адыгских авторов. Это происходит путем выделения соответствующего материала в трудах современного адыгского литературоведа Казбека Гиссовича Шаззо. Принимая во внимание имевшуюся при исторической тематике специфичность автор статьи выстраивает ее этническую характерологию. Сопоставительное рассмотрение адыгских прозаиков прошлого и текущего веков позволяет автору статьи Ф.Хуако произвести некоторые заключения об авторитетности ученого К.Г.Шаззо на данной стезе. **Ключевые слова:** адыг, проза, писатель, историзм, литературоведение, Шаззо.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования “Майкопский государственный технологический университет”, Майкоп

© Ф.Н. Хуако, 2019

ФИЛОЛОГИЯ

УДК 37.0

Место и роль адыгейского детского фольклора в учебно-воспитательном процессе

Чуяко А.Б.
Представлено академиком АМАН Б.М. Берсировым

Начальные классы

Воспитание подрастающего поколения всегда было и остается одной из самых важных задач современного образовательного учреждения. Многолетний опыт школьного обучения свидетельствует о том, что наибольшего успеха и эффективности в воспитательной работе учитель может добиться при целенаправленной работе с детьми в раннем возрасте. Изученное в младшие годы и заложенное с раннего детства оказывает большое влияние на формирование человека, его последующее поведение.

Не случайно, что проблемам воспитания посвящены многие исследования ученых разных отраслей науки в Адыгее.

Одним из возможных источников, необходимых для решения воспитательных задач, поставленных перед образовательными учреждениями Республики Адыгея, является использование веками накопленной педагогической мудрости народа. Использование фольклора, народных игр, обычаев, традиций в воспитании подрастающего поколения давно привлекало внимание ученых, педагогов, писателей: Я.А. Коменский, И.Г., Песталоцци, К.Д. Ушинский, Л.Н. Толстой. За последние десятилетия XX века появились исследования по народной педагогике разных национальностей (Хинтидзе А.Ф., Волков Г.Н., Ханбинков Я.И., Гашимов А.Ш. и др.), в том числе и адыгских исследователей по вопросам умственного, нравственного, трудового, физического, семейного воспитания на материалах адыгского фольклора (Намитоков Ю.К., Шоров И.А., Бузаров К.И., Никитина Ф. Г. и др).

Анализ содержания учебных программ, учебников и учебно-методической литературы показал, что в них адыгейский детский фольклор занимает определенное место.

Богаты по содержанию, разнообразны по жанровым признакам, эффективны по воспитательным аспектам произведения устного адыгейского народного творчества. Они играют большую роль в воспитании детей, молодежи, вообще человека.

Во все времена интерес к устному народному творчеству адыгов был огромным. Учеными записано немало легенд, поверий, былин, обычаев, песен, пословиц, поговорок и загадок, которые отражают историю народа, его традиции, мировоззрение, идеалы, педагогические мысли. Из них мы узнали, что “уже в глубокой древности у народа были известные взгляды на воспитание и обучение подрастающих поколений, осознанные цели и задачи их воспитания и обучения, определенное содержание обучения и воспитания, а также и оригинальные пути и средства воздействия на юное поколение, чтобы формировать его в том направлении, в каком более всего были заинтересованы трудящиеся массы” [1:41].

Замечательным подтверждением сказанного может служить героический эпос адыгов “Нартхэр”. В произведениях нартского эпоса “Как аукнется так и откликнется”, “Клещи Тлепша”, “Серп Тлепша”, “Нарт Тлепш и Худимиж” и др [2], включенные в учебные программы и пособия для начальных классов, заложены большие нравственно-этические идеи: трудолюбие, единство рода и племени, согласие в семье, патриотизм, гуманные

взаимоотношения между людьми, ненависть к врагу, почтительное отношение к старым людям, забота о детях и их воспитание, честность, мужество и др.

Такие жанры, как адыгские народные сказки, сказания, поговорки, пословицы, загадки и песни являются замечательными памятниками народной педагогики.

Своеобразен и необычен мир адыгских народных сказок. Сказки о животных зародились в далеком прошлом. В них, согласно адыгскому обычаю, слабые звери помогают друг другу, сильные признают только тех, кто сильнее их самих.

В сказках значительное место занимает лиса. Это в таких сказках, как "Лиса и сорока", "Лиса и фазан", "Старик и волк". В них и других лиса выступает то победительницей, то терпит поражение, то является благожелательной советчицей и помощницей людей и т. д.

Адыгские народные сказки, как и сказки других народов, очень поучительны: добро в них всегда торжествует над злом, побеждают сильные и мужественные, отражают историю родного края и т.д. Они развивают у детей фантазию, творческое мышление; воспитывают положительные человеческие качества; играют большую роль в обучении их своему родному языку. В них выражена программа воспитания положительного человека: трудолюбивого, доброго, скромного, вежливого, справедливого.

Придавая большое значение сказкам, К.Д. Ушинский писал: "Я решительно ставлю народную сказку недосягаемо выше всех рассказов, написанных нарочно для детей образованной литературой" [3:8].

Ведущее место в системе жанров адыгского фольклора, изучаемого в начальных классах, принадлежит пословицам, поговоркам, загадкам и скороговоркам. Эти малые жанры фольклора прошли долгий исторический путь вместе с адыгскими народами и дошли до нас.

В основу адыгских пословиц и поговорок заложена народная мудрость, позволяющая эффективно вести воспитательную работу с младшими школьниками. Например, адыгские пословицы, как: "Кто имеет ум, тот имеет врагов", "Ум не имеет цены, знания – предела" и другие, показывают отношение к уму, образованию; "Миром правит язык", "Язык – обнаженная сабля", "Чьё слово живет, тот не умер" и другие – отношение к родному языку и речи, к его силе"; "Кто не умеет работать, у того дело не продвигается", "Хорошего человека славят люди", "Умение и знание – братья" [4:11-13] и другие – понимание роли труда в жизни человека и т.д. Эти и другие факты показывают, что адыгейские пословицы имеют большие воспитательные возможности, они помогут в обогащении языка и речи, развитии образности мышления, в подъеме культуры устной и письменной речи младших школьников.

Адыгские народные загадки, подобно другим жанрам фольклора, связаны с жизнью и бытом сочинившего их народа. Они дают понятия и представления об орудиях труда древнего адыга. "Срезают с верхушки дерева, собирают соломинки" – вилы; о пропитании – "Голова – медь, ноги – палка" – индейка; об оружии – "Круглая доска, радующая семью" - адыгская трехножка, стол [5:153, 153-155].

В учебниках по адыгейскому языку и чтению для начальных классов включены скороговорки. Они являются одним из эффективных средств народной и школьной педагогики. Скороговорки развивают у младших школьников наблюдательность и навыки точного и выразительного произнесения звуков, слов и фраз.

Вышеизложенное позволяет сделать вывод, что. адыгский детский фольклор содержит в себе огромный воспитательный заряд, заложенный в него мудрым народом веками, и занимает определенное место в учебно – воспитательном процессе начального образо-

вания общеобразовательных учреждений.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Волков Г.Н.* Этнопедагогика. Чебоксары, 1974.
2. *Джигунова М.З., Чуяко А.Б.* Программа для русско-язычных школ. Национальная культура адыгского народа, 1-4 классы. Майкоп, 1993; *Чуяко А.Б.* Адыгские народные сказки и произведения из народного эпоса. Адыгские подвижные игры. Майкоп, 1993.
3. *Ушинский К.Д.* Соч. Т. 6.
4. *Блягоз З.У.* Жемчужина народной мудрости. Майкоп, 1992.
5. *Чуяко Н.М.* Идейно-тематическое своеобразие малых жанров адыгейского фольклора. Проблемы адыгейской литературы и фольклора. Вып. VII. Майкоп, 1990.

ABSTRACT

The article discusses the place and role of the Adyghe children's folklore in the educational process in the Adyghe elementary classes. Attached are works from the Adyghe Nart epic, Adyghe fairy tales and proverbs.

Keywords: place, role, folklore, educational process, analysis, curriculum, textbooks.

Adygeya republican institute of humanitarian studies named after T.M. Keraseva, Maikop

© A.B. Chuyako, 2019

АННОТАЦИЯ

В статье рассматриваться место и роль адыгского детского фольклора в учебно-воспитательном процессе в адыгейских начальных классах. Прилагаются произведения из адыгейского нартского эпоса, адыгейские сказки и пословицы.

Ключевые слова: место, роль, фольклор, учебно-воспитательный процесс, анализ, учебные программы, учебники.

Адыгейский республиканский институт гуманитарных исследований им. Т.М. Керашева, Майкоп

© А.Б. Чуяко, 2019

ФИЛОЛОГИЯ

УДК 398

Непроходящее историко-познавательное и идейно-воспитательное значение философских жанров фольклора

Чуякова Н.М.
Представлено академиком АМАН Б.М. Берсировым

Устно-поэтическое творчество адыгов жанрово богато и многообразно: героический эпос “Нарты”, сказочный эпос, несказочная проза, песенное творчество, малые (философские) жанры, мифология.

Так, как нас в данной статье интересует философские жанры и, в частности, пословицы и поговорки, мы поговорим сегодня о них.

Отдельные словосочетания или предложения, выделяющиеся в системе жанров устного народного творчества своеобразием идейно-тематической сущности, художественной формой, повседневностью бытования, своеобразием коммуникативности, специфичностью исполнения называются пословицами и поговорками. Иногда их называют афористическими, философскими.

Пословицы и поговорки, имея малую форму, в то же время имеют глубокое содержание. В исследуемых произведениях выражена народная мудрость. Они делают широкие обобщения, емкие выводы, четкие характеристики: “– веками преобразуя действительность и наблюдая её, народ, отразил в своём сознании многие её важнейшие особенности, особенности развития природы, общества, человеческого духа” [1, с. 202].

Философские жанры фольклора (пословицы и поговорки) являются сокровищницей исторического прошлого народа. Они прошли долгий исторический путь с народом, претерпели определенные изменения и дошли до нас испытанные и закаленные временем. Как плод многовекового опыта бесписьменного в прошлом народа выросли на почве национальной действительности. Основной источник пословиц и поговорок – адыгская народная жизнь со всеми присущими ей особенностями и характерными чертами.

Адыги, как и другие народы, выражали в произведениях малых жанров свой многовековой трудовой и жизненный опыт, свой социальный и бытовой уклад. Эти (пословицы и поговорки) произведения возникали как отражение в народной речи социально-экономических, моральных, религиозных, политических воззрений народа.

Адыги выражали в них своё отношение к войне и миру, к свободе, равенству, взаимоотношениям в семье и обществе, веру в светлое будущее, своё мироощущение и мировосприятие, а также, как отмечено выше, передавали свой жизненный и трудовой опыт подрастающим поколениям. “Непосредственный социально-исторический опыт – источник правдивого и глубокого отражения действительности в пословицах. Чего нет в опыте народа, того не может быть и в пословицах” [2: 10].

Бессомненно народ выражает в устной словесности свои религиозные воззрения, мечты, думы, надежды. Они рождаются непосредственно в результате наблюдения над процессами труда, явлениями природы, над окружающей действительностью, взаимоотношениями людей, существованием различных социальных групп.

Ввиду отсутствия письменности, исследуемые произведения, как и произведения других жанров фольклора, становились сообщающимся сосудом между поколениями.

Служа выражением определенного суждения о реальной действительности, пословицы и поговорки раскрывают свои воззрения на те или иные явления, события, предметы

и т. д. При этом что-то подтверждают или отрицают. Подводят слушателя к определенному пониманию тех или иных предметов, явлений природы, исторических событий в жизни народа.

Философские жанры решают задачи морального характера. Прививают подрастающему поколению правила морального кодекса "Адыгэ хабзэ".

Активно вливаясь в общественную и личную жизнь человека учат его лучшим человеческим качествам: делать добро "ШIу шIи псым хадз" (Сделай добро и брось в воду"), "ШIу зышIэрэм шIу фыщылъ" (Сделавшего добро, ожидает добро"), "ШIум шIу ипэгъокI" ("Ответ на добро – добро").

На основе многовекового опыта трудовой деятельности трудящиеся делают глубокие по мысли выводы и обобщения. В них содержатся как оценка труда, так и рекомендации по его организации: "Умылажьэмэ лажьэ плъэгъун, улажьэмэ лыжъ пшхын" ("Будешь трудиться, будешь есть вяленое мясо, не будешь трудиться, увидишь горе"), "Непэ пшIэшъущтыр неущы умыхьыжь" ("То, что можно сделать сегодня, не откладывай назавтра"), "IофшIэным зи ыгъэлIагъэп" ("Никто не умер от труда").

Тема борьбы с внешними врагами, любви к Родине, тема войны и мира, патриотизма занимают особое место в системе малых жанров. В них хорошей жизни на чужбине предпочитается смерть на Родине: "Хымэ хэгъэгу сыщытхъэн нахьи сихэку сыщэрэлI" ("Лучше смерть на Родине, чем хорошая жизнь на чужбине"), "Хэку зимыIэм тыди щычъыIэу къыщэхъу" ("У кого нет Родины, тому кажется, что везде холодно"), "Дунаир къэкIухьи уиунэ ихьажь" ("Обойди весь мир и вернись в свой дом"). Пословицы и поговорки адыгов учат жить в мире, дружбе и взаимопонимании с другими народами. Знают цену войны: "Узаорэр къыоожьы" ("Кого бьешь, даёт сдачи"), "Лыгъэ зыдзырэр хэстыхьажьы" ("Кто бросает огонь, сам сгорает в огне"), "Заом ыкIэр хьэдагъэ") ("Конец войны – похороны").

Пословицы и поговорки регламентируют взаимоотношения мужчины и женщины, советуют создать семью и жить дружно: "Насыпыр шъузым къыдакIо" ("Счастье приходит с женой"), "Бзылъфыгъэ зыдимыс хъулъфыгъэрэ зятэ зимыIэ сабыйрэ" ("Мужчина без женщины, что ребенок без матери", "ШъузышIу уиIэмэ джэгу умыкIожь – мафэ къэс уиджэгу" ("Если жена хорошая, не ходи на свадьбу, у тебя каждый день свадьба").

Адыгские пословицы и поговорки большинстве своем отличаются от афоризмов других народов в силу того, что они говорят о жизни, быте, нравах, традициях, обычаях, общественно-политическом, религиозном, экономическом, атеистическом, нравственном корнях адыгов. Они оперируют данными РА, Кабардино-Балкарии, Карачаево-Черкессии. Но заключенные в них глубокие мысли перерастают национальные рамки в своём познавательном значении и становятся одинаково ценными и для других народов, как и для народа-носителя, равно как и афоризмы других народов приобретают определённое значение для адыгов.

Афоризмы адыгов находят общие черты в своём оформлении, лексико-семантическом значении, употреблении с афоризмами других народов. Например, адыгские пословицы и поговорки типа: "Ахьрэри зыхьрэри мэгугъэ" ("И тот надеется, кого воруют, и тот, кто ворует"), "Чыр цIынэзэ къауфэ, кIалэр цIыкIузэ агъасэ" ("Лозу гнут пока молода, а ребёнка воспитывают пока маленький"), "УипщынэеуакIэ сикъешIакIэ" ("Танцую так, как играешь на гармошке") сходны с грузинскими пословицами соответственно: "Беглец и преследователь оба молились", "Ветка гнётся пока молода, вырастет не согнёшь", ("Как будешь в ладони хлопать, так и я буду танцевать").

Идентичные или схожие с адыгскими пословицы и поговорки можно найти и в чечено-

ингушском фольклоре. Чечено-ингушская пословица гласит: “Глаз боязлив, рука храбра”, а адыгская “Нэр делэ, Iэр бланэ” (“Глаз глуп, рука храбра”).

В русском фольклоре много схожих пословиц с адыгскими: “С лица воду не пьют” – гласит русская пословица, а адыгская: “Дахэм ынапэ пIастэ рагъэпкIырэп” (“Не прилипить к лицу красивой кашу”), русская пословица скажет: “По одёжке протягивают ножки”, а адыгская “Уитехъон еплъи, плъакъо ушху” (“Протяни свои ножки посмотрев на своё покрывало”) и т. д.

Таким образом, адыгские пословицы и поговорки содержат народную мудрость, передают жизненный и трудовой опыт. Обладают не проходящим историко-познавательном и идейно-воспитательным значением. “- из бездны времени дошли до нас в этих сгустках разума и знания жизни радость и страдания людские, смех и слёзы, любовь и гнев, вера и безверие, правда и кривда, честность и обман, трудолюбие и лень, красота истины и уродство предрассудков [3].

ЛИТЕРАТУРА

1. *Давлетов К.С.* Фольклор как вид искусства. М.: Наука, 1966. С. 202.
2. *Аникин В.П.* Русские народные пословицы и поговорки, загадки и детский фольклор. М.: Учпедгиз, 1957. С. 10.
3. *Шалохов М.А.* Сокровищница народной мудрости. В кн.: Даль В. Пословицы русского народа. М.: Художественная литература, 1964. С. 3.

ABSTRACT

Philosophical genres of folklore (Proverbs and sayings) occupy a special place in oral poetry. They have a small form and deep content. Proverbs and sayings make broad generalizations, capacious conclusions, clear characteristics and have historical, cognitive and ideological and educational value.

Keywords: oral poetry, creative works,philosophical genres, Proverbs and sayings, folk wisdom, experience, true reflection, deep content, religious view, morality, struggle, Mother lanol, etc.

Adygeya republican institute of humanitarian studies named after T.M. Keraseva, Maikop

© N.M. Chuyakova, 2019

АННОТАЦИЯ

Философские жанры фольклора (пословицы и поговорки) занимают в устно-поэтическом творчестве особое место. Они имеют малую форму и глубокое содержание. Пословицы и поговорки делают широкие обобщения, емкие выводы, четкие характеристики и имеют историко-познавательное и идейно-воспитательное значение.

Ключевые слова: устно-поэтическое творчество, философские жанры, пословицы и поговорки, народная мудрость, опыт, правдивое отражение, глубокое содержание, религиозное воззрение, мораль, борьба, Родина и т. д.

Адыгейский республиканский институт гуманитарных исследований им. Т.М. Керашева, Майкоп

© Н.М. Чуякова, 2019

ФИЛОЛОГИЯ

УДК 811. 35

Адыгский термин хасэ как наследие хаттского времени

Шаззо А.М.
Представлено академиком АМАН Р.Г. Мамий

На сегодняшний день исследователями представлено несколько версий происхождения слова “хасэ”, часть из которых осетинские, часть адыгские. В том или ином объеме они отражены в книгах лингвистов-кавказологов Мухадина и Зары Кумаховых “Нартский эпос: язык и культура” [1: 127-131] и Нурбия Иванокова “Избранные труды” [2: 138-142]. В последнем из названных трудов содержится весь перечень известных версий, плюс автором дана собственная трактовка термина “хасэ”, а также представлена развернутая критика этимологии осетинских ученых.

В задачи данной статьи не входит опровержение выдвинутых ранее доказательств по этимологии термина “хасэ”. Вместо этого здесь будет представлена новая - оригинальная версия.

Следует отметить и тот факт, что попытки этимологизировать слово “хасэ” на основе абазино-абхазских языков не обнаруживаются. Это объясняется, прежде всего, тем, что данное слово или слово подобное ему по форме и звучанию, если исключить современное заимствование, отсутствует в языках абазин и абхазов [3]. То есть слова отражающие понятия “совет”, “собрание людей”, “орган общественного самоуправления” и т. д. в их языках присутствуют, но образованы они от других, своих исконных древних основ. То же, видимо, можно сказать и о подобных образованиях в убыхском языке [4].

Иначе говоря, слово “хасэ” следует причислить исключительно к адыгским лексическим образованиям, и значение его компонентов нужно искать лишь в языках адыгов. То есть следует считать, что оно возникло тогда, когда убыхи, абазино-абхазы и адыги были уже разными народами.

С другой стороны, главное, что в слове “хасэ” обращает на себя внимание даже при первом взгляде – то, что оно достаточно древнее. На это указывает, в частности, то обстоятельство, что варианты значений каждого из компонентов – и “ха-”, и “-сэ” – на которые ссылаются исследователи или которые остаются вне их внимания, в современных адыгских языках чаще всего присутствуют лишь в качестве рудиментов.

Вместе с тем, эти же компоненты многозначны. А это еще один признак их древности и того, что все версии адыгских этимологов достаточно обоснованы, несходство между ними лишь в том, что отсылают они к разным значениям одних и тех же или подобных друг другу компонентов. Это же позволяет предложить и новую этимологию слова “хасэ”, а заодно подчеркнуть, что на почве языка адыгов возможны и другие трактовки как компонентов, так и в целом слова.

Итак, какие новые значения компонентов “ха-” и “-сэ” могут быть задействованы в предлагаемом исследовании?

По начальному “ха-” в слове “хасэ” полезная подсказка, как можно думать, содержится в названной книге Кумаховых. “В связи с происхождением Хасэ, может быть, следует обратить внимание на группу слов типа хатэ / хадэ “огород, сад”, хэку, хэгъэгу “область, страна”, хапIэ “усадьба”, халъэ “очаг, место обитания”, хашъу / хафэ “степь”, хабзэ “обычай, закон” и др. ...”, - отмечают они [1: 128]. И действительно, компонент “ха-” (“хэ-”) в предложенном ряде слов выглядит как самостоятельная единица с близким, а нередко одним и тем же значением.

Особенно убедительно значение “ха-” просматривается в слове “хапIэ” - “усадьба”. В нем, как можно видеть, абсолютно прозрачным является компонент “-пIэ”, за которым закреплено значение “место”. А поскольку усадьбы, как отделенные территории под домовладения и необходимые постройки при них числятся только за людьми, то и компонент “ха-” в слове “хапIэ” следует трактовать исключительно как человек. Вслед за этим и в первом слоге слова “хабзэ” мы должны будем признать человека, второе же “-бзэ” можно трактовать как “лекало”, “мерило”, “образец”, “язык”. А в целом слово будет означать “закон для человека”.

То же можно проделать со словами “хатэ / хадэ” - “огород”, “халъэ” - “очаг, место обитания”, “хашъо / хафэ” - “степь”, “хэку” - “область”, “хэгъэгу” - “страна” и некоторыми другими словами. И результат по их составным компонентам “ха- / хэ” будет примерно одинаковым.

Но в связи с предложенным здесь значением компонента “ха-” в перечисленных выше примерах следует сказать и о возможной его родственности с компонентом “хьа-” в таких словах как “хьакIэ” / “хьэщIэ” - “гость” и “хьадэ” / “хьэдэ” - “покойник”. И действительно, если пользоваться современными значениями компонента “хьа-” / “хьэ-” - “собака”, “ячмень”, то слова “хьакIэ” / “хьэщIэ” нужно понимать как “собака новая” или “ячмень новый”, что нельзя считать приемлемым. Другое дело, если компоненты “хьа-” / “хьэ-” рассматривать как “человек”, тогда варианты “хьакIэ” / “хьэщIэ” будут значить “человек новый”. Подобное следует сказать и о паре “хьадэ” / “хьэдэ”, в которой компонент “-дэ” логично было бы понимать в смысле чего-то твердого (например, “дэ” - “грецкий орех”, “ды-ин” - “затвердевать”), где в целом слово получило бы трактовку - “человек закоченевший”.

Подобное объяснение компонентов “хьа-” / “хьэ-” должно навести на мысль о том, что они, вероятно, связаны с древним этнонимом “хьат” / “хьэт” - “хатт”. Это, кстати сказать, согласуется с тем, что у адыгов наблюдается немалое число “хаттских” фамилий, к примеру, Хьаткъо / Хатко, Хьатит / Хатит, Хьатыу / Хатуо(в), а также топонимов: Хьатикъуай / Хатукай, Хьа(т)тыгъужъыкъуай / Хатажукай, Хьэлъэкъуай (хьэт+лIакъо+ай / хатт+род+их) / Гатлукай и т.д.

А это, в свою очередь, определило бы один из самых ранних периодов возможного функционирования слова “хасэ”: хаттское, дохеттское время, т.е. порядка пяти тыс. лет назад.

Следует здесь же отметить, что “Этимологический словарь адыгских (черкесских) языков” Амина Шагирова не дает однозначных пояснений по значению компонентов “ха” / “хэ”, “хьа” / “хьэ”. Так, трактовку конечных частей вариантов слов “хьакIэ” / “хьэщIэ” как “новый” Шагиров считает допустимым, по первой же части он больше склоняется к “-хьэ-” “идти” [5: Т. II, 122, 123], видимо, имея в виду глагольную форму “ехьэ” - “входит (внутрь)”. Что касается происхождения “ха-”, то в словарной статье по “хабзэ” Шагиров отмечает, что оно неясно, по “хатэ” / “хадэ” склоняется к тому, что “ха-” в нем родственно “хэ-” - “жать” [5: Т. II, 103].

Но есть еще один аргумент, служащий предостережением тому, чтобы компонент “ха-” и его варианты, даже согласившись с тем, что они означают “человек”, связывать непосредственно с хаттским языком. По-хаттски человек будет zare / zari [6: 27, 30]. Правда, при том, что записанных хеттскими писчиками (т.е. зафиксированных искаженно) хаттских слов не много, дешифрованных еще меньше. И где-то в нем, уже давно мертвом языке “ха / хэ”, “хьа / хьэ” в значении человек все-таки имелся.

Второй компонент в слове “хасэ” - “-сэ” также является древним и многозначным.

Вполне подходящими из его значений к первой части можно считать три: “-с” в глагольной форме “щыс” - сидит, “-сэ-” в словах “еусэн” - “обдумывать” при “усэ” - “стихи” и “гупшысэ” - “мысль”, “дума”, а также “-с” в слове “зэфэс” - “съезд”. При этом в первом случае дословный перевод слова “хасэ” будет “человек заседающий”, во втором - “думы, размышления человека или людей”, в третьем - “собрание, встреча людей”. То есть третий вариант значения выглядит более гармоничным.

При этом следует отметить, что слово “зэфэс” в отличие от слова “хасэ” прозрачно для толкования. “Зэ-” здесь выражает взаимность, “-фэ-” направленность друг к другу, а “-с” - встречу. В словаре Шагирова дается именно такое пояснение к глагольной форме “зэфэсын” / “зэхуэсын”, производной от “зэфэс” / “зэхуэс”. Компонент “-сын”, говорится в этой словарной статье, “в самостоятельном виде не употребляется” [5: Т. I, 208]. Тем не менее, добавим мы, его значение как компонента остается во многих словах тем же, а значит, несмотря на свою древность, он до сих пор является функциональным.

Собственно варианты слов “зэфэс” / “зэхуэс” и представляются значительно более поздними словообразованиями. А отсюда, видимо, и разница между вторыми частями слов “хасэ” и “зэфэс”, где конечная “э” не утратилась, а, наоборот под влиянием, по всей видимости, тенденции к открытости слога, которая присутствует в языке адыгов и сегодня, была в какие-то давние времена наращена.

В заключение отметим, что после анализа, представленного выше, можно с большей убежденностью говорить о том, что слово “хасэ” предпочтительнее считать исконно адыгским. При этом его возникновение должно быть отнесено к хатткому периоду, точнее, к тому времени праадыгского единства, когда язык хоть и был все еще един, но в нем тем не менее уже имелись диалектные различия, подтверждением чему, возможно, могут служить примеры “хатэ / хадэ”, “хашъо / хафэ” и некоторые другие.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Кумахов М.А., Кумахова З.Ю.* Нартский эпос: язык и культура. М., 1998. С. 127-131. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://kavkaz.sfedu.ru/
2. *Джигунова М.З., Чуяко А.Б.* Программа для русско-язычных школ. Национальная культура адыгского народа, 1-4 классы. Майкоп, 1993; *Чуяко А.Б.* Адыгские народные сказки и произведения из народного эпоса. Адыгские подвижные игры. Майкоп, 1993.
3. *Ушинский К.Д.* Соч. Т. 6.
4. *Блягоз З.У.* Жемчужина народной мудрости. Майкоп, 1992.
5. *Чуяко Н.М.* Идейно-тематическое своеобразие малых жанров адыгейского фольклора. Проблемы адыгейской литературы и фольклора. Вып. VII. Майкоп, 1990.

ABSTRACT

Previous etymological studies of the word “khase” and a new version show that it appeared on pre-Adyghes ground during the most ancient Adyghes unity period. In the course of researching we could specify the word?s occurrence time, as well as the public institute of democracy formation.

Keywords: origin, etymology, the term Khasa, Adyghes, Osetian, Nikhas, Abaza-Abkhazian languages, Ubykh, ancient, Hutt, Khatukay, Hatajukay, Gatlukay, pre-Adyghe.

Adygeya republican institute of humanitarian studies named after T.M. Keraseva, Maikop;
a.shazzo@mail.ru

© A.M. Shazzo, 2019

АННОТАЦИЯ

Предыдущие этимологические выводы по слову “хасэ”, а также новая версия показывают, что оно возникло на праадыгской почве в период древнейшего адыгского единства. При этом в ходе исследования удалось указать вероятное время возникновения данного слова, как и становления обозначаемого им общественного института народовластия.

Ключевые слова: происхождение, этимология, термин хасэ, адыгские, осетинские, нихас, абазино-абхазские языки, убыхский, древний, хаттский, Хатукай, Хатажукай, Гатлукай, праадыгский.

Адыгейский республиканский институт гуманитарных исследований им. Т.М. Керашева, Майкоп; a.shazzo@mail.ru

© А.М. Шаззо, 2019

ГЕОФИЗИКА

УДК 551.501

Влияние плотности солнечного ветра на конвективные грозо-градовые облака

Балкарова С.Б., Этезова М.Б., Ахсалба А.К., Жолаева Ф.Б.
Представлено академиком АМАН Х.М. Каловым

Введение.

Изменчивость земной погоды и долговременные колебания климата привлекают в последние десятилетия повышенное внимание геофизиков и астрономов. При этом исследования солнечно-земных связей развиваются в нескольких направлениях: статистические данные, численное моделирование, физическое (лабораторное) моделирование на Земле и натурные эксперименты в околоземном пространстве. Гелиосфера - солнечный ветер, космическая пыль - влияют на земной климат [1]. Погода и климат весьма чувствительны к количеству солнечной энергии, поступающей на поверхность Земли. Сложный рельеф территории Северного Кавказа в сочетании с географическим положением и особенностями господствующих здесь циркуляционных процессов обусловили в целом на территории достаточно высокую грозо-градовую активность [2].

Разработка вопросов реагирования тропосферных процессов на четность солнечного цикла имеет достаточно длительную историю. Имеется довольно большое количество исследований, подтверждающих наличие солнечно-земных взаимосвязей, проявляющихся в виде цикличности ряда геофизических процессов [2, 3]. В настоящее время проблема “Солнце - погода” у одних вызывает неодобрение, другие берутся за ее решение с энтузиазмом; это проблема, где наблюдения достоверны, а теория все еще неупорядочена.

Влияние погоды и ее различных проявлений в современном мире на все стороны деятельности человека настолько велико, что необходимо знать, насколько солнечная активность воздействует на изменения климата.

В связи с этим, **целью исследования** является определение степени значимости влияния одного из параметров солнечной активности – солнечного ветра - на грозо-градовую деятельность на Северном Кавказе.

Солнце является основным источником электромагнитного излучения. Дождь, град, ливень – это те природные явления, которые неразрывно связаны с действием света на Земле. Показатели, характеризующие активность Солнца: временные числа Вольфа, интенсивность радиоизлучения, солнечный ветер.

Состояние солнечной активности характеризуется несколькими наблюдательными индексами, среди которых плотность солнечного ветра [1]. Известно, что грозо-градовая активность проявляется в теплый период года (май-сентябрь), в связи с этим, за меру степени солнечной активности нами были взяты среднемесячные значения плотности солнечного ветра за май-сентябрь 2017 г. Взаимосвязь плотности солнечного ветра с конвективными грозо-градовыми явлениями исследовалась по архивным данным Высокогорного геофизического института и сайта www.spaceweather.com News and information about the Sun-Earth environment [4].

Сумма среднемесячных значений плотности солнечного ветра и количество дней с конвективными грозо-градовыми облаками за период май-сентябрь 2017 г. на Северном Кавказе приводятся в таблице 1.

Таблица 1. Расчет суммы среднемесячных значений плотности солнечного ветра и количество дней с конвективными грозо-градовыми облаками на Северном Кавказе

Месяц	Плотность солнечного ветра (W)	Числа дней с конвективными явлениями (N)
Май	7,92	3
Июнь	6,49	10
Июль	5,9	4
Август	7,56	4
Сентябрь	8,36	0

где W – сумма среднемесячных значений плотности солнечного ветра, N – количество дней с конвективными грозо-градовыми облаками.

Зависимость количества N от числа W представлена на рис. 1.

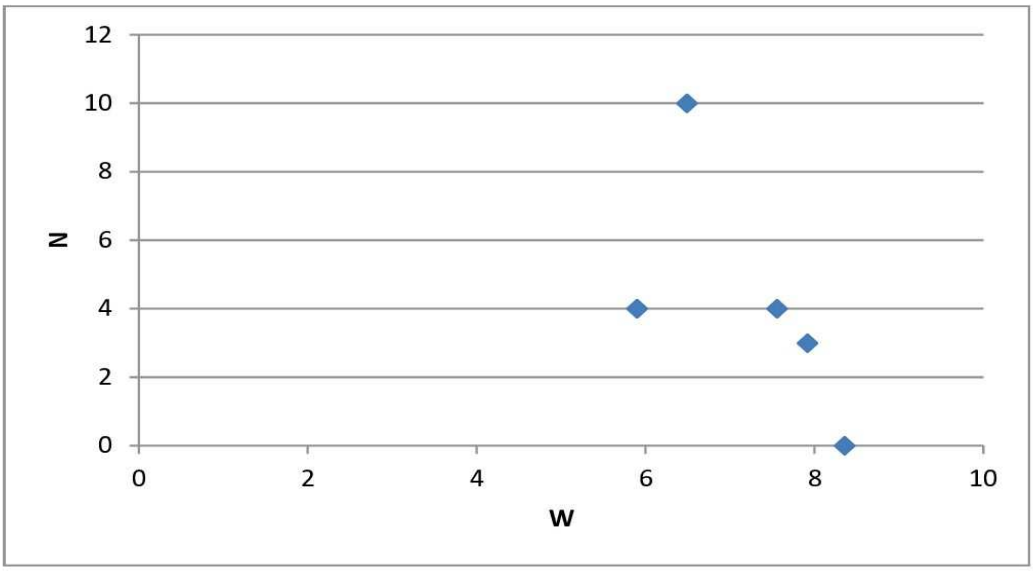


Рис. 1. Поле рассеяния точек корреляции (W, N), полученных путем исследования и обработки экспериментальных данных

На основании поля корреляции нами была выдвинута гипотеза о том, что связь между плотностью солнечного ветра и конвективными грозо-градовыми облаками носит линейный характер. На этапе спецификации была выбрана парная линейная регрессия, заданная уравнением

$$N_i = \beta W_i + \alpha, \tag{1}$$

где α, β – оценки параметров регрессионной модели, которые следует найти.
Для оценки параметров α и β был использован метод наименьших квадратов [5]

$$S = \sum (N_i - N \cdot i)^2 \to \min. \tag{2}$$

В таблице 2 приведены результаты расчетов для определения параметров регрессии.

Таблица 2. Результаты расчета параметров регрессии

i	W_i	N_i	$W_i \cdot N_i$	W_i^2	N_i^2
Май	7,92	3	23,76	62,7264	9
Июнь	6,49	10	64,9	42,1201	100
Июль	5,9	4	23,6	34,8100	16
Август	7,56	4	30,24	57,1536	16
Сентябрь	8,36	0	0	69,8896	0
$\sum$	**36,23**	**21**	**142,5**	**266,7**	**141**

Из таблицы 2 система уравнений имеет вид

$$\begin{cases} 5\alpha + 36,23\beta = 21, \\ 36,23\alpha + 266,7\beta = 142,5, \end{cases} \tag{3}$$

В результате исследований и статистической обработки экспериментальных данных были получены эмпирические коэффициенты регрессии:

$$\beta = -2,314, \ \alpha = 20,9675.$$

Уравнение регрессии имеет вид

$$N = -2,314W + 20,9675, \tag{4}$$

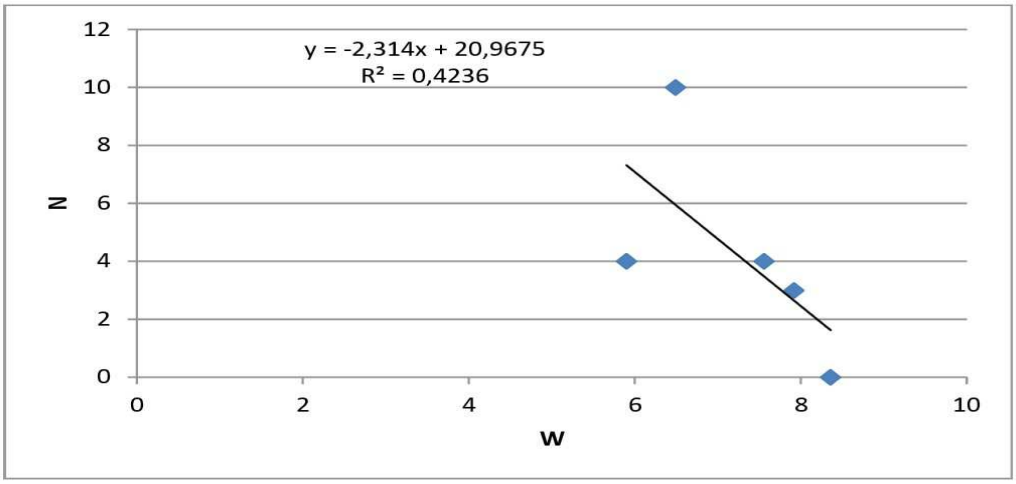


Рис. 2. Степень влияния плотности солнечного ветра на конвективные грозо-градовые облака

Выборочные средние:

$$\overline{W} = \frac{\sum W_i}{n} = \frac{36,23}{5} = 7,246, \tag{5}$$

$$\overline{N} = \frac{\sum N_i}{n} = \frac{21}{5} = 4,2, \tag{6}$$

$$\overline{WN} = \frac{\sum W_i N_i}{n} = \frac{142,5}{5} = 28,5, \tag{7}$$

где n – объем выборки, в приведенном расчете $n = 5$.

Выборочные дисперсии:

$$S^2(W) = \frac{\sum W_i^2}{n} - \overline{W}^2 = \frac{266,7}{5} - 7,246^2 = 0,84, \tag{8}$$

$$S^2(N) = \frac{\sum N_i^2}{n} - \overline{N}^2 = \frac{141}{5} - 4,2^2 = 10,56. \tag{9}$$

Среднеквадратическое отклонение:

$$S(W) = \sqrt{S^2(W)} = \sqrt{0,84} = 0,914, \tag{10}$$

$$S(N) = \sqrt{S^2(N)} = \sqrt{10,56} = 3,25. \tag{11}$$

Ковариация

$$cov(W, N) = \overline{W \cdot N} - \overline{W} \cdot \overline{N} = 28,5 - 7,246 \cdot 4,2 = -1,93. \tag{12}$$

Рассчитан показатель тесноты связи. Таким показателем является выборочный линейный коэффициент корреляции. Вычислим коэффициенты линейной парной корреляции r_{WN} и детерминации R^2

$$r_{WN} = \frac{\overline{W \cdot N} - \overline{W} \cdot \overline{N}}{S(W) \cdot S(N)} = -0,651. \tag{13}$$

Следовательно,

$$R^2 = {r_{WN}}^2 = -0,651^2 = 0,4236$$

- коэффициент детерминации, описывающий долю дисперсии.

Показателям тесноты связи можно дать качественную оценку (шкала Чеддока) [6], которая приводится в таблице 3:

Таблица 3. Шкала Чеддока

Количественная мератесноты связи	Качественная характеристикасилы связи
0,1–0,3	Слабая
0,3–0,5	Умеренная
0,5–0,7	Заметная
0,7–0,9	Высокая
0,9–0,99	Весьма высокая

По шкале Чеддока, связь между плотностью солнечного ветра и конвективными грозо-градовыми явлениями заметна и обратная. В 42,36 % случаев изменение плотности солнечного ветра влияет на конвективные грозо-градовые облака на Северном Кавказе. Точность подбора уравнения регрессии – средняя. Остальные 57,64 % возникновения конвективных грозо-градовых облаков в нашем примере объясняются факторами, не учтенными в модели, а также ошибками спецификации.

Заключение

На этапе спецификации была выбрана парная линейная регрессия и оценены её параметры методом наименьших квадратов. Статистическая значимость уравнения проверена с помощью коэффициента детерминации, в связи с чем, установлено, что в исследуемой ситуации 42,36% общей вариабельности конвективных грозо-градовых облаков на Северном Кавказе объясняется изменением плотности солнечного ветра. Корреляционный анализ данных показывает, что между грозо-градовыми облаками и плотностью солнечного ветра существует тесная взаимосвязь. Несомненно, негативному отношению к обсуждаемой проблеме в первую очередь способствовало отсутствие приемлемых физических механизмов. И хотя некоторые из новых данных статистически вполне убедительны, механизмы остаются не вполне ясными. Тем не менее, факты, подтверждающие наличие солнечно-погодных связей убедительны, что их нельзя игнорировать. И основная задача будущих исследований – найти им адекватное объяснение [7]. Нами были сделаны попытки выявления влияния одного из важнейших природных факторов (солнечная активность) на возникновение грозо-градовых явлений на Северном Кавказе за май-сентябрь 2017г. В дальнейшем планируется увеличить объем данных по исследованию солнечно-земной связи.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Мирошниченко Л.И.* Физика Солнца и солнечно-земных связей. М.: Университетская книга, 2011. 174 с.
2. *Аджиева А.А., Кунаева Ф.А.* Корреляционный анализ солнечной активности и грозоразрядных процессов на Северном Кавказе // Известия ДГПУ. 2010. № 2. С. 6–11.
3. *Харгривс Дж.К.* Верхняя атмосфера и солнечно-земные связи. Л.: Гидрометеоиздат, 1982. 351 с.
4. *News and information about the Sun-Earth environment [Электронный ресурс]. –Режим доступа: www.spaceweather.com*
5. *Линник Ю.В.* Метод наименьших квадратов и основы математико-статистической теории обработки наблюдений. М.: Гос. изд-во физ.-мат. лит., 1962. 349 с.
6. *Ишханян М.В., Карпенко Н.В.* Эконометрика. Ч. 1. Парная регрессия: учебное пособие. М.: МГУПС (МИИД), 2016. 117 с.
7. *Этезова М.Б., Балкарова С.В., Жолаева Ф.Б.* Влияние солнечной активности на конвективные грозо-градовые явления. Том 4. Перспектива. 2018. – Нальчик, 2018. 357 с.

ABSTRACT

The work is devoted to the study of the influence of the density of the solar wind on the convective storm-hail clouds; according to the research results, a regression equation was obtained; plotted a regression line; determined the degree of significance of the density of the solar wind on convective phenomena.

Keywords: density, solar wind, thunder-hail clouds, convective phenomena, electromagnetic radiation.

[1]*Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Kabardino-Balkarian State University named after H.M. Berbekov", Nalchik; balkarova-07@mail.ru;*
[2]*Abkhazian State University, Sukhumi*

© S.B. Balkarova[1], M.B. Etezova[1], F.B. Zholayeva[1], A.K. Akhsalba[2], 2019

АННОТАЦИЯ

Работа посвящена исследованию влияния плотности солнечного ветра на конвективные грозо-градовые облака; по результатам исследований получено уравнение регрессии; построен график линии регрессии; определена степень значимости плотности солнечного ветра на конвективные явления.

Ключевые слова: плотность, солнечный ветер, грозо-градовые облака, конвективные явления, электромагнитное излучение.

[1]*ФГБОУ ВО "Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова", Нальчик; balkarova-07@mail.ru;*

[2]*Абхазский государственный университет, Сухум*

© С.Б. Балкарова[1],
М.Б. Этезова[1],
Ф.Б. Жолаева[1],
А.К. Ахсалба[2], 2019

ГЕОФИЗИКА

УДК 551.501

Процессы тепло- и массообмена между водой и влажным воздухом

Калов Х.М. – академик АМАН, Балкарова С.Б., Калов Р.Х. – член-корреспондент АМАН, Этезова М.Б.

Введение. Исследование процессов тепло- и массопереноса между водой и влажным воздухом важно для изучения различных природных явлений, как конвективные облака, туманы и для решения технических задач: теплотехники, хладотехники и др.

В работе представлены формулы для трех видов расчета: теплового потока, передаваемого конвективным теплообменом q_k; теплового потока, передаваемого путем массопереноса $q_м$ и лучеиспускания $q_л$. В различных процессах вклад величины q_k, $q_м$ или $q_л$ в общий тепломассообмен может оказаться несущественным или нулевым. В таких случаях из суммарного тепломассообмена исключается q_i, вклад которого несуществен или равен нулю. Это позволяет упростить расчетные формулы тепло- и массопереноса. В работе приводятся все три вида расчетов, упрощенных этим методом (первый вид, когда $q_k = 0$, второй – когда $q_м = 0$ и третий - $q_л = 0$).

Уравнение тепло- и массообмена и его частные случаи. Исследованию процессов тепло- и массообмена между водой и влажным воздухом, посвящено значительное число публикаций, в которых излагаются результаты как теоретических, так и экспериментальных исследований.

При наличии прямого контакта между воздухом и поверхностью воды будет наблюдаться как тепло-, так и массообмен. Если выделить на поверхности воды элементарную площадку dF,то количество теплоты dQ_τ, которым обменяются рассматриваемые среды за время τ, можно представить следующей зависимостью

$$dQ_\tau = dQ_{k_\tau} + dQ_{м_\tau} + dQ_{л_\tau}, \tag{1}$$

$dQ_{k_\tau} = \alpha \cdot \Delta T \cdot dF \cdot \tau$ – элементарное количество теплоты, передаваемое посредством конвективного теплообмена за время τ; $dQ_{м_\tau} = \sigma \cdot r \left(d'' - d\right) \cdot dF\tau$ – элементарное количество теплоты, передаваемое путем массопереноса за время τ; $dQ_{л_\tau} = c \left[\left(\frac{T_1}{100}\right)^4 - \left(\frac{T_2}{100}\right)^4 \right] dF \cdot \tau$ – элементарное количество теплоты, передаваемое лучистым теплообменом за время τ.

Для теплового потока уравнение (1) примет следующий вид:

$$dQ = dQ_k + dQ_м + dQ_л, \tag{2}$$

где $dQ_k = \alpha \cdot \Delta T \cdot dF$ – элементарный тепловой поток, передаваемый конвективным теплообменом; $dQ_м = \sigma \cdot r \left(d'' - d\right) \cdot dF$ – элементарный тепловой поток, передаваемый путем массопереноса; $dQ_л = C \left[\left(\frac{T_1}{100}\right)^4 - \left(\frac{T_2}{100}\right)^4 \right] dF$ – элементарный тепловой поток, передаваемый лучеиспусканием.

Для плотности теплового потока уравнение (2) можно записать следующим образом:

$$q = q_k + q_м + q_л, \tag{3}$$

где $q_k = \alpha \cdot \Delta T$ – конвективная составляющая плотности теплового потока; $q_л = C \left[\left(\frac{T_1}{100}\right)^4 - \left(\frac{T_2}{100}\right)^4 \right]$ – часть плотности теплового потока, передаваемая лучеиспусканием; $q_м = \sigma \cdot r \cdot \left(d'' - d\right)$ – часть плотности теплового потока, передаваемая массопереносом.

В уравнениях (1) - (3) приняты следующие обозначения:
α – коэффициент теплоотдачи; $\Delta T = T_1 - T_2$ – разность между температурами сред, участвующих в теплообмене; F – теплоотдающая поверхность; σ – коэффициент массоотдачи; d'' – влагосодержание насыщенного влажного воздуха; d – влагосодержание ненасыщенного влажного воздуха; r – теплота парообразования; $c = c_0 \cdot \varepsilon$ – коэффициент лучеиспускания поверхности воды; T_1, T_2 – температуры сред, участвующие в теплообмене.

Здесь c_0 – коэффициент лучеиспускания абсолютно черного тела; ε – степень черноты поверхности воды.

Уравнение (2) можно преобразовать, используя различные приемы.

Первый способ преобразования уравнения (2).

Вместо dQ_kи $dQ_{\text{м}}$ подставим их значения

$$dQ = \alpha \cdot \Delta T \cdot dF + \sigma \cdot r\,(d'' - d)\;dF + dQ_{\text{л}}. \tag{4}$$

Правую часть уравнения (4) преобразуем. Из первого и второго члена вынесем за скобки σ и dF.

$$dQ = \sigma \left[\frac{\alpha}{\sigma}\Delta T + r\,(d'' - d)\right] dF + dQ_{\text{л}}. \tag{5}$$

Будем считать, что при рассмотрении данного явления соблюдается тройная аналогия. Этот процесс описывается законом Льюиса. Тогда

$$\frac{\alpha}{\sigma} = c_{p'}, \tag{6}$$

где $c_{p'} = c_{p_r} + c_{p_n} \cdot d$ – массовая изобарная теплоемкость влажного воздуха.

Здесь c_{p_r} – изобарная теплоемкость сухой части влажного воздуха; c_{p_n} – массовая изобарная теплоемкость водяного пара.

С учетом соотношения (6) уравнение (5) запишем следующим образом:

$$dQ = \sigma\,[c_{p'} \cdot \Delta T + r\,(d'' - d)]\,dF + dQ_{\text{л}}. \tag{7}$$

Термодинамические параметры влажного воздуха взаимосвязаны следующими выражениями:

$$r = r_0 \cdot (c_{\text{ж}} - c_{p_n})\;\; t_{\text{в}}; \tag{8}$$

$$i = c_{p_r} \cdot t_r + r_0 \cdot d + c_{p_n} \cdot t_r \cdot d; \tag{9}$$

$$i'' = c_{p_r} \cdot t_{\text{в}} + r_0 \cdot d'' + c_{p_n} \cdot t_{\text{в}} \cdot d''. \tag{10}$$

где $r_0 = 2500$ кДЖ/кг – теплота парообразования воды при $t = 0°$; i – энтальпия ненасыщенного влажного воздуха; i''– энтальпия насыщенного влажного воздуха; $c_{\text{ж}}$ – массовая теплоемкость воды; t_r – температура газа за пределами теплового и диффузионного пограничных слоев; $t_{\text{в}}$ – температура воды.

С учетом уравнений (8) – (10) зависимость (7) можно записать в виде:

$$dQ = \sigma\,[(i'' - i) - (d'' - d)\;c_{\text{ж}} \cdot t_{\text{в}}]\;dF + dQ_{\text{л}} \tag{11}$$

или

$$dQ = \sigma\,(i'' - i)\;dF - c_{\text{ж}} \cdot t_{\text{в}} \cdot dM + dQ_{\text{л}}, \tag{12}$$

где

$$dM = \sigma\,(d'' - d)\;dF.$$

Уравнение (12) может быть приведено к виду

$$dQ = A\sigma\,(i'' - i)\;dF + dQ_{\text{л}}, \tag{13}$$

где

$$A = 1 - \frac{c_{\text{ж}}\,t_{\text{в}}dM}{(i'' - i)\;dF}.$$

По данным [1, 2] можно считать, что для воздухоохладителей $A = 1$, тогда уравнение (13) примет вид

$$dQ = \sigma\,(i'' - i)\;dF + dQ_{\text{л}}. \tag{14}$$

Ориентировочные значения A, рекомендуемые для расчета по данным [2] приведены ниже в виде таблицы:

Таблица

$t_{\text{в}}, °C$	10	15	20	25	30	35
A	0,99	0,98	0,97	0,96	0,95	0,94

Если экстраполировать последние данные в сторону понижения температуры $t_{\text{в}}$, то при $t_{\text{в}} = 5°C$ $A = 1$.

При постоянстве параметров и величин, характеризующих процесс тепло- и массопереноса между водой и влажным воздухом, интеграл уравнения (14) будет равен

$$Q = \sigma\;(i'' - i)\,F + Q_{\text{л}}. \tag{15}$$

Если роль лучистой составляющей теплового потока невелика, то ее в ряде случаев можно и не учитывать. Тогда уравнение (15) примет вид

$$Q = \sigma\;(i'' - i)\,F. \tag{16}$$

Уравнение (2) возможно преобразовать и по-другому, а именно

$$dQ = \alpha \cdot \Delta T\,dF + dQ_{\text{м}} + c\left[\left(\frac{T_1}{100}\right)^4 - \left(\frac{T_2}{100}\right)^4\right] dF \tag{17}$$

или

$$dQ = \alpha_{\text{об}} \cdot \Delta T\,dF + dQ_{\text{м}}, \tag{18}$$

где

$$\alpha_{\text{об}} = \alpha + \alpha_{\text{л}}. \tag{19}$$

Здесь

$$\alpha_{\text{л}} = \frac{c\left[\left(\frac{T_1}{100}\right)^4 - \left(\frac{T_2}{100}\right)^4\right]}{\Delta T}. \tag{20}$$

Привлекательность такой записи в виде уравнений (17) – (20) состоит в том, что численные значения выражения $\frac{\left(\frac{T_1}{100}\right)^4 - \left(\frac{T_2}{100}\right)^4}{\Delta T}$ приводятся в таблицах.

При постоянстве параметров и величин, характеризующих тепло- и массоперенос, уравнение (18) можно преобразовать следующим образом

$$Q = \alpha_{\text{об}} \cdot \Delta T\,F + Q_{\text{м}}. \tag{21}$$

Если составляющая теплового потока, обусловленная массопереносом невелика, и ее в пределах точности используемых зависимостей можно не учитывать, то уравнение (21) примет вид

$$Q = \alpha_{\text{об}} \cdot \Delta T \cdot F. \tag{22}$$

При рассмотрении этой же задачи по отношению к массопереносу, осложненному теплообменом, решение будет выглядеть иначе.

Вырежем из объема влажного воздуха, размещенного в пределах диффузионного пограничного слоя, элементарный параллелепипед со сторонами dx, dy, dz и ориентируем его в прямоугольной системе координат (рис. 1).

Рассматривается случай, когда имеется молекулярная диффузия и термодиффузия. Бародиффузия отсутствует. Концентрация пара на левой грани (1–2–3–4) C, а температура t.

Здесь C – объемная концентрация отношение массы водяного пара (M_n) к объему, занимаемому ею (V), $C = \frac{M_n}{V}$.

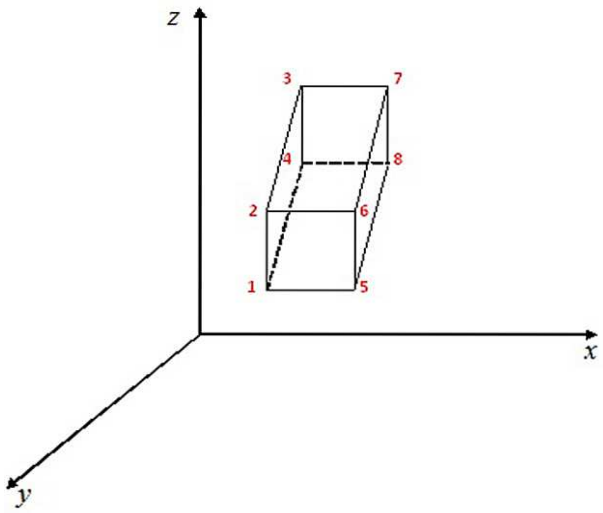


Рис. 1. К выводу дифференциального уравнения массопереноса, осложненного теплообменом

В соответствии с 1-ым законом Фика и соотношениями, определяемыми термодиффузией, через левую грань параллелепипеда в направлении оси x в рассматриваемое тело за время $d\tau$ поступает масса

$$\delta M_x = -D\frac{\partial C}{\partial x}dy\,dz\,d\tau - \rho\frac{D_T}{T}\frac{\partial t}{\partial x}dy\,dz\,d\tau, \tag{23}$$

где D – коэффициент молекулярной диффузии; ρ – плотность; D_T – коэффициент термодиффузии.

На правой грани параллелепипеда (5–6–7–8) температура $t + \frac{\partial t}{\partial x}dx$, а концентрация $C + \frac{\partial C}{\partial x}dx$.

Через правую грань рассматриваемого тела пройдет масса

$$\delta M_{x+dx} = -D\frac{\partial\left(C + \frac{\partial C}{\partial x}dx\right)}{\partial x}dy\,dz\,d\tau - D_T\frac{\rho}{T}\frac{\partial\left(t + \frac{\partial t}{\partial x}dx\right)}{\partial x}dy\,dz\,d\tau, \tag{24}$$

где D и D_T постоянны, т.е. считаем, что в рассматриваемом теле не происходит деформации геометрических размеров.

Используя уравнения (23) и (24), получим выражение для массы пара, поступившей в параллелепипед.

$$dM_x = \delta M_x - \delta M_{x+dx} = -D\frac{\partial C}{\partial x}dy\,dz\,d\tau - \rho\frac{D_T}{T}\frac{\partial t}{\partial x}dy\,dz\,d\tau + \\ +D\frac{\partial(C+\frac{\partial C}{\partial x}dx)}{\partial x}dy\,dz\,d\tau + D_T\frac{\rho}{T}\,\frac{\partial\left(t+\frac{\partial t}{\partial x}dx\right)}{\partial x}dy\,dz\,d\tau \quad (25)$$

или

$$dM_x = D\frac{\partial^2 C}{\partial x^2}dx\,dy\,dz\,d\tau + D_T\frac{\rho}{T}\,\frac{\partial^2 t}{\partial x^2}dx\,dy\,dz\,d\tau. \quad (26)$$

Рассуждая аналогично, получим составляющие количества массы, поступившие в рассматриваемое тело по осям y и z.

$$dM_y = D\frac{\partial^2 C}{\partial y^2}dx\,dy\,dz\,d\tau + D_T\,\frac{\partial^2 t}{\partial y^2}dx\,dy\,dz\,d\tau, \quad (27)$$

$$dM_z = D\frac{\partial^2 C}{\partial z^2}dx\,dy\,dz\,d\tau + D_T\,\frac{\partial^2 t}{\partial z^2}dx\,dy\,dz\,d\tau. \quad (28)$$

Общее количество массы, поступившей в рассматриваемое тело, можно получить, сложив уравнения (26) –(28)

$$dM = dM_x + dM_y + dM_z$$

или

$$dM = \left(D\nabla^2 C + D_T\frac{\rho}{T}\nabla^2 t\right)\,dv\,d\tau, \quad (29)$$

где

$$\nabla^2 C = \frac{\partial^2 C}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 C}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 C}{\partial z^2}; \quad \nabla^2 t = \frac{\partial^2 t}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 t}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 t}{\partial z^2}; \quad dv = dx\cdot dy\cdot dz.$$

При получении уравнения (29) предполагалось отсутствие лучистого теплопереноса.

Рассуждая аналогично, можно получить уравнение для количества массы при наличии бародиффузии:

$$dM = \left(D\nabla^2 C + D_T\frac{\rho}{T}\nabla^2 t + D_{\mathrm{P}}\frac{\rho}{\mathrm{P}}\nabla^2 \mathrm{P}\right)\,dv\,d\tau, \quad (30)$$

D_{P} – коэффициент бародиффузии; ρ – общее давление смеси; $\nabla^2\mathrm{P} = \frac{\partial^2 \mathrm{P}}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \mathrm{P}}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \mathrm{P}}{\partial z^2}$.

При получении уравнения (30) предполагалось постоянство коэффициента бародиффузии и соблюдались все те допущения, о которых шла речь выше, то есть при получении уравнения (29).

Заключение. Представлена общая формула расчета (2) тепло- и массообмена между водой и влажным воздухом, включающая конвективный теплообмен, массоперенос и тепловое излучение.

В случае если тепловое излучение невелико и его можно не учитывать, уравнение тепло- и массообмена принимает упрощенный вид (16). Если же составляющая теплового потока обусловленная массопереносом невелика и ею можно пренебречь, то уравнение теплового потока имеет простой вид (22).

ЛИТЕРАТУРА

1. *Богданов С.Н., Бучко Н.А., Гуйго Э.И. и др.* Теоретические основы хладотехники. Тепломассообмен. / Под редакцией Гуйго Э.И. М.: Агропромиздат, 1986. 320 с.
2. Теоретические основы получения искусственного холода. Справочник. Холодильная техника. / Под редакцией Быкова А.В. М.: Пищевая промышленность, 1980. 232 с.

ABSTRACT

Variants of the calculation formulas of heat and mass transfer in the processes of convective and radiant heat transfer and mass transfer between water and humid air are given, taking into account the contribution of each of these processes. Simplified calculation formulas for the following variants are obtained:

- the amount of heat transmitted by the radiant heat exchanger is small or can be neglected;
- the heat flow transmitted by the convective heat exchanger is not significant;
- mass transfer has little effect on heat transfer.

Keywords: heat transfer, mass transfer, humid air, convective heat transfer, radiant heat transfer, radiating coefficient.

[1]*High-mountain geophysical institute, Nalchik; ruslan_kalov@mail.ru;*
[2]*Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Kabardino-Balkarian State University named after H.M. Berbekov", Nalchik*

© Kh.M. Kalov[1],
R.Kh. Kalov[1],
S.B. Balkarova[2],
M.B. Etezova[2], 2019

АННОТАЦИЯ

Приводятся варианты расчетных формул тепло- и массообмена в процессах конвективного и лучистого теплообмена и массопереноса между водой и влажным воздухом с учетом величины вклада каждого из этих процессов. Получены упрощенные расчетные формулы для следующих вариантов:

- количество теплоты, передаваемое лучистым теплообменом, мало или им можно пренебречь;
- тепловой поток, передаваемый конвективным теплообменом, не существенен;
- массоперенос мало влияет на передачу тепла.

Ключевые слова. теплообмен, массообмен, влажный воздух, конвективный теплообмен, лучистый теплообмен, коэффициент излучения

[1]*Федеральное государственное бюджетное учреждение "Высокогорный геофизический институт" Росгидромета, Нальчик; ruslan_kalov@mail.ru;*
[2]*ФГБОУ ВО "Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова", Нальчик*

© Х.М. Калов[1],
Р.Х. Калов[1],
С.Б. Балкарова[2],
М.Б. Этезова[2], 2019

СОЦИОЛОГИЯ

УДК 338.436.33

Сельская территория: проблемы и пути их решения

Шахмурзов М.М., Гордеев А.С., Гетоков О.О.
Представлено академиком АМАН А.Х. Шеуджен

Стратегической целью развития региона является достижение высокого качества жизни населения, гарантирующее устойчивое развитие сельских территорий. Низкая доходность сельскохозяйственного производства, высокая его зависимость от природно-климатических и ряда других объективного и субъективного характера факторов, сдерживают освоение производственных и социальных потенциалов сельских территорий. К традиционным объяснениям сложившейся ситуации нам представляется оправданным отнести: отсутствие социально ориентированной аграрной политики региона; попытки решать проблемы сельского хозяйства в отрыве от проблем сельских территорий; инертность действующего законодательства, препятствующая со-зданию эффективных механизмов взаимодействию между государством, муниципалитетами и бизнесом; низкий профессиональный и компетентностный потенциал кадров [1-3].

Муниципальные образования, наделены гражданской правоспособностью. Иначе говоря, обладая специальной (ограниченной) правоспособностью муниципальные образования вправе заниматься хозяйственной деятельностью исключительно постольку, поскольку эта деятельность необходима для выполнения задач местного самоуправления. Возникает вопрос: как муниципалитетам решать одну из главных народнохозяйственной функции – создание комфортных условий проживания и жизнедеятельности сельчан. Эту и ряд других задач органы публичной власти могли бы успешно решать, если бы в федеральном законе № 131-ФЗ “ Об общих принципах организации местного самоуправления в Российской Федерации” были прописаны право-вые механизмы реализации принципа самодостаточности муниципалитетов: “... самодостаточными должны быть не только регионы, но и муниципалитеты ...” (В.В. Путин). Первым шагом в этом направлении могло бы стать наделение муниципалитетов универсальной правоспособностью и обременение всех хозяйствующих на территории муниципального района субъектов (любой формы собственности) задачами местного значения, что соответствовало бы основополагающему принципу управления: сочетание личных и общественных интересов.

Важным компонентом аграрной политики региона являются арендные отношения. С учетом народно-хозяйственной функции земли ее нельзя раздавать, не обременяя арендаторов задачами местного значения. Считаем, проанализировав существующую практику арендных отношений, правильным было бы несколько уточнить договорные обязательства арендаторов земельных участков[4-6].

Во-первых, наряду с категорией земельного участка (соответствующей карте зонирования) в договорах аренды, указывать конкретный вид разрешенного вида его использования. За сельским хозяйством закреплено 18 видов разрешенного использования земельных участков. На практике используются только один или два вида.

Во-вторых, необходимо дополнить обязательства арендаторов земельных участков конкретными, измеряемыми показателями, обеспечивающими экологическую безопасность, поддержание плодородия почвы, достижение средних по республике показателей урожайности продукции растениеводства и продуктивности животных.

В третьих, обязательным приложением к договору аренды должен стать бизнес-план, прошедший независимую экспертизу и гарантирующий выполнение обязательств аренда-

тора. Земельный участок потенциальный арендатор должен приобретать не по результатам торгом, а предоставив на конкурс конкурентный бизнес-план. Оправданным считаем проведение ежегодного мониторинга состояния и эффективности арендных отношений.

Одним из важнейших достижений европейской цивилизации второй половины XIX века является кооперация. Она позволяет значительно увеличить производительность труда, урожайность продукции растениеводства и продуктивность животных, повысить качество жизни населения. С развитием рыночной экономики мелкие хозяйства оказываются бессильными в конкуренции с крупными. Естественной реакцией становится объединение их усилий. Кооперация в сферах деятельности сельских территорий не получила широкого распространения, что объясняется отсутствием опыта совместного ведения деятельности, а также достаточных знаний о возможностях и порядке реализации различных форм сельскохозяйственной кооперации.

Однако сегодня подгонять кооперационные процессы бессмысленно. Давление в этой сфере деятельности приводит к принятию формальных решений с потерей ожидаемой выгоды и доверия к кооперации.

Отечественная и зарубежная практика свидетельствует, что кооперация успешно развивается в тех случаях, когда под неё предварительно создаются необходимые условия.

Считаем оправданным кооперационные процессы начать с сельских поселений. Основные проблемы, которые испытывают сельчане это: обработка земельных участков, полив и опрыскивание растений, сборка, хранение, переработка урожая и сбыт продукции. Все перечисленные проблемы успешно решал бы поселковый производственный кооператив.

Назрела необходимость разработки нормативных документов, регулирующих :

- оформление жителей сельского поселения, владеющих земельными участками площадью 12 и более соток и ведущих предпринимательскую деятельность, в качестве индивидуальных предпринимателей, что позволит также решать проблему самозанятости населения;

- разработку инвестиционных проектов и бизнес-планов под создание индивидуальными предпринимателями сельского поселения поселкового сельскохозяйственного производственного кооператива, осуществляющего следующие услуги: обработка земельных участков, обеспечение индивидуальных предпринимателей инновационными технологиями производства сельскохозяйственной продукции и кредитование их внедрения, полив и опрыскивание насаждений, сбор, хранение, переработка сельскохозяйственной продукции. Только при таких условиях обеспечивается гарантия эффективности кооперационного движения. В дальнейшем членами подобных кооперативов могут стать крестьянские (фермерские) хозяйства, ведущие предпринимательскую деятельность в сфере животноводства и любой сельчанин, ведущий ЛПХ. С целью обеспечения круглогодичной работы поселкового кооператива его виды деятельности можно расширить сбором, хранением, переработкой и реализацией продукции дикорастущих растений: облепихи, боярышника, малины, шиповника, диких (и не только диких, но дачных) яблок, груш и др. Для чего в структуре поселкового кооператива необходимо создать соответствующее малое предприятие. Еще одним эффективным способом решения проблем развития сельских территорий является межмуниципальная хозяйственная кооперация. Многие вопросы сельских территорий социальной сферы, жилищно-коммунального хозяйства, производства сельскохозяйственной продукции (пшеницы, кукурузы, картофеля, овощей и фруктов) успешно можно решать, только используя преимущества межмуниципальной кооперации. Межмуниципальная кооперация актуальна и в таких сферах деятельности как: поддержание плодородия почвы, развитие мелиорации земель, создание межрайонных

МТС и др. Такие эффективные инструменты как инновационные технологии, севооборот, кормопроизводство, концессионное взаимодействие, формирование инвестиционной привлекательности хозяйствующих субъектов не возможно успешно использовать вне межмуниципальной кооперации.

Отечественная и зарубежная практика свидетельствует о том, что многие проблемы ЖКХ, и в первую очередь, водоснабжение и водоотведение в сельских поселениях, успешно решаются при использовании преимуществ концессионного взаимодействия. Однако трудности с подготовкой и заключением концессий, обусловленные отсутствием компетентных в этой сфере специалистов, тормозят ее широкое распространение [7-10].

Актуальность проблемы содержания сельскохозяйственной техники очевидна. Считаем, что ее решение возможно и эффективно при создании межмуниципальной централизованной службы. В республике большое количество крупных и мелких предпринимателей, осуществляющих производство яблок по интенсивным технологиям. Проблемы те же: соблюдение технологии выращивания яблок, сбор, хранение, переработка и сбыт продукции. Назрела необходимость создания межмуниципального кооператива, способного не только решать названные выше проблемы, но и обеспечить производство яблочной продукции в статусе бренда. Мелкие производите-ли яблок , войдя в такой кооператив, на договорной основе возьмут на себя только одно обязательство: выращивать яблоки по “брендовой” технологии. Взамен приобретут сбор, хранение и переработку яблок соответствующими потребительскими кооперативами, а также гарантированную выручку, обеспечивающую рентабельность не ниже 10 - 15 процентов.

Прогрессивным способом решения проблем в социальной сфере является муниципально-частное партнерство, при котором муниципалитет заключает соглашение с частными хозяйствующими субъектами на предоставление услуг местного значения с использованием объектов публичной собственности [11-14].

В качестве инструмента реализации муниципально-частного партнерства служит концессия, при которой муниципалитет предоставляет концессионеру право владения и пользования публичной собственностью для предоставления оговоренных в концессионном соглашении услуг местного значения.

В ходе заключения концессионного соглашения необходимо в интересах муниципалитетов отстаивать следующие подходы: недопущение обременения местных бюджетов, а по возможности – получение дополнительных поступлений в них; учет социальных аспектов при ценно-тарифном образовании; сохранение влияния на политику ценообразования; принятие решений по инвестициям и структурное изменение хозяйствующих субъектов.

До настоящего времени закрепилась тенденция тяготения муниципальных образований к организационно-правовой форме **муниципальных унитарных предприятий**. Однако существенным недостатком унитарного предприятия является невозможность привлечения им сторонних инвестиций, паевого капитала. Учредитель, передавший имущество в хозяйственное ведение, в случае предъявления к унитарному предприятию требований по долгам, может лишиться муниципальной собственности в силу того, что унитарное предприятия отвечает по долгам всем своим имуществом. Альтернативой унитарным предприятиям являются **муниципальные хозяйственные общества**, к числу преимуществ которых следует отнести: возможность привлечения стороннего капитала за счет продажи долей (пакетов акций); ограниченность ответственности по долгам в размере уставного капитала.

Еще одним эффективным механизмом повышения результативности и качества реше-

ния задач местного значения является Аутсорсинг, получивший широкое распространение за рубежом. Суть его в передаче отдельных функций или полномочий одной организацией (хозяйствующим субъектом) другой - аутсоринговой компании на долгосрочной договорной основе. Практика показала, что передача непрофильных функций аутсоринговой компании обеспечивает сокращение издержек и налогового бремени, повышение качества выполнения переданных функций. Для муниципальных районов и сельского хозяйства КБР аутсорсинг актуален при решении таких задач как:

- для муниципалитетов: услуги сетевой инфраструктуры, пожарная безопасность, общественное питание, содержание зданий, организация досуга и спорта;

- для хозяйствующих субъектов (СХО, КФХ, ИП) - централизация таких специальностей как: агроном, зоотехник, агрохимик, экономист, юрист и др.

Серьезной проблемой, сдерживающей социально-экономическое развитие сельских территорий, является отсутствие муниципального менеджмента, базирующегося на основе данных системного мониторинга оценки резервов развития муниципальных образований .и хозяйствующих на их территории экономических субъектов. Необходим менеджмент, функционирование которого не противоречило бы нормам действующего законодательства, но который обеспечивал бы реализацию единства целей и действий всех субъектов муниципального района. Для решения данной проблемы необходимо, прежде всего, исключить практику разработки "под суконных, полочных" стратегий и программ развития сельских территорий. Стратегия муниципалитета должна быть ориентирована на решение требований Майского указа Президента РФ и стратегии социально-экономического развития республики в целом и гарантировать создание комфортных условий проживания и жизнедеятельности сельчан.

Однако, ни инновационные технологии, ни материальные и финансовые затраты не принесут ожидаемых результатов, если не будут подготовлены высококвалифицированные, компетентные и инициативные кадры, способные принимать ответственные решения и выстраивать менеджмент в интегрированных структурах. Выполнение названных условий позволит:

- повысить эффективность использования земельных участков;

- обеспечить создание производственных и потребительских кооперативов и их объединений;

- создавать условия для организации концессионного и инвестиционного сотрудничества с частным бизнесом и инвесторами;

- повысить урожайность продукции растениеводства и продуктивности животных;

- успешное решение социально-демографических проблем.

ЛИТЕРАТУРА

1. "Стратегия социально-экономического развития Северо-Кавказского Федерального округа до 2025 года", утверждена распоряжением Правительства РФ от 6 сентября 2010 г., № 1485.
2. Концепция Федеральной целевой программы "Устойчивое развитие сельских территорий на 2014-2017 годы и на период до 2020 года", утверждена распоряжением Правительства РФ от 8 ноября 2012 г., 32071-р.
3. Федеральный закон Российской Федерации "О развитии сельских территорий" от 29 декабря 2006 г. № 264-ФЗ.
4. Федеральный закон Российской Федерации "О Государственном земельном кадастре" от 2 января 2000 г. № 28-ФЗ.
5. Федеральный закон Российской Федерации "Земельный кодекс Российской Федерации" от 25 октября 2001 г. № 136-ФЗ.

6. Федеральный закон Российской Федерации “Об охране окружающей среды” от 10 января 2002 г. № 7-ФЗ.
7. Федеральный закон Российской Федерации “О землеустройстве” от 18 июня 2001 г. № 78-ФЗ.
8. Федеральный закон РФ “О государственном регулировании обеспечения плодородия земель сельскохозяйственного назначения” от. 16 июля 1998 г. № 101-ФЗ.
9. Основные направления агропродовольственной политики Правительства Российской Федерации на 2001-2010 годы. Одобрены на заседании Правительства Российской Федерации 27 июля 2000 г. (протокол №25)
10. О Федеральной целевой программе “Повышение плодородия почв России на 2002-2005 годы”. Утверждена постановлением Правительства РФ от 8 ноября 2001 г. № 780.
11. Положение о государственной службе защиты растений Министерства сельского хозяйства РФ. Утверждено постановлением правительства РФ от 9 декабря 2000 г. № 756.
12. *Алборов Р.А., Концевая С.Р., Перевощикова М.М.* Моделирование управленческого учета и контроля в сельскохозяйственных организациях. Наука Удмуртии. 2009. № 5(32). С. 157-168.
13. *Кагермазов Ц.Б., Шахмурзов М.М., Гордеев А.С.* Методика проведения мониторинга развития сельских территорий КБР. Нальчик: КБГАУ им. В.М. Кокова. 2013. С.44-46.
14. *Остаев Г.Я., Концевая С.Р.* Организация управленческого учета и внутреннего контроля в кормопроизводстве: монография. М.: Издательство МСХА им. К.А. Тимирязева, 2014.

ABSTRACT

The article presents the tools developed by the authors to analyze the economy of rural areas and the mechanisms to ensure an effective solution to the problems of socioeconomic development of rural areas of the region. The article describes the most effective forms of solving local problems by municipalities. The methodological materials and mechanisms proposed by the authors have been tested in the municipal districts of the Republic of Kabardino-Balkar and may be of interest to economic managers and specialists of local administrations of rural areas of the Russian Federation. The proposed mechanisms are simple and available for use by specialists of local administrations of rural settlements of the Ministry.

Keywords: rural territory, municipality, monitoring, indicator indicator, social norm, consumer basket.

Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, Nalchik

© M.M. Shakhmurzov,
A.S.Gordeev,
O.O. Getokov, 2019

АННОТАЦИЯ

В статье представлены разработанные авторами инструменты анализа экономики сельских территорий и механизмы обеспечивающие эффективное решение проблем социально-экономического развития сельских территорий региона. В статье дана характеристика наиболее эффективных форм решения муниципалитетами задач местного значения. Методические материалы и механизмы, предложенные авторами апробированы в муниципальных районах Кабардино-Балкарской Республике и могут представлять интерес для хозяйственных руководителей и специалистов местных администраций сельских территорий регионов Российской федерации. Предложенные механизмы просты и доступны для использования специалистами местных администраций сельских поселений муниципалитета.

Ключевые слова: сельская территория, муниципалитет, мониторинг, оценочный индикатор, социальная норма, потребительская корзина.

Кабардино-Балкарский Государственный аграрный университет им. В.М. Кокова

© М.М. Шахмурзов,
А.С. Гордеев,
О.О. Гетоков, 2019

ПОЛЕВОДСТВО

УДК 633:631.82:631.524.84 (470.64)

Высокопродуктивные бобово-злаковые агрофитоценозы на деградированных кормовых угодьях

Шахмурзов М.М., Магомедов К.Г.
Представлено академиком АМАН М.Х. Ханиевым

Актуальность проблемы. Одной из важнейших проблем сельского хозяйства КБР является увеличение производства кормов, улучшения их качества и энергонасыщенности. В связи с этим возникает необходимость поиска научно-обоснованных путей сокращения дефицита кормов, сбалансированных по сахаро-протеиновому отношению. Важное значение приобретает организация адаптивного кормопроизводства на основе создания высоко-продуктивных бобово-злаковых агроценозов путем подбора продукции новых видов, которые наиболее полно используют биоклиматические ресурсы зоны. В связи с этим разрабатывается научная основа и практические меры повышения продуктивности бобово-злаковых агроценозов с включением козлятника восточного, обеспечивающих поступления высококачественной зеленой массы в воспроизводство плодородия почвы является актуальной задачей. Это и определило выбор темы наших исследований.

Методика исследований. В общих чертах природно-ресурсный потенциал предгорной зоны характеризуется высокой напряженностью, превышением испаряемости при неустойчивой и низкой обеспеченности осадками, на фоне почвенного с высоким потенциальным плодородием.

Известно, что важнейшей характеристикой любой почвы является ее способность удовлетворять потребность растений в питательных веществах при формировании высоких урожаев. Почвы предгорной зоны Кабардино-Балкарии отвечают этим требованиям. Высокие и устойчивые показатели произрастания различных видов сельскохозяйственных культур удается получать только при соблюдении необходимых технологических требований, в том числе и при соблюдении мероприятий, способствующих поддержанию и повышению уровня почвенного плодородия.

По данным Керефова КН., Фиапшева Б.Х. (1977) [2] в почвенном покрове предгорной зоны Кабардино-Балкарии преобладают выщелоченные черноземы обладающие благо-приятными агрофизическими свойствами для успешного произрастания многолетних трав.

Почвы опытного участка – черноземы, выщелоченные среднемощные малогумусные тяжелосуглинистые (содержание физической глины 56,7%). Содержание гумуса в пахотном горизонте составляет 3,8%, емкость поглощения 34,4 мг/экв. на 100 г почвы. Реакция почвенного раствора нейтральная (pH - 6,8). Содержание подвижного фосфора составляет 56 мг/кг почвы (по Чирикову), гидролизуемого азота - 156 мг/кг почвы (по Корнфильду). Обеспеченность обменным калием 186 мг на 100 г почвы (по Чирикову).

Экспериментальная часть работы по изучению особенностей формирования урожая бобово-злаковых смесей на продуктивность козлятнико-кострецовой смеси проводилась на учебно-опытном поле Кабардино-Балкарской государственной сельскохозяйственной академии.

Решение поставленных задач проводилось в многофакторных полевых опытах методом рендомезированных блоков в соответствии с методическими указаниями по проведению полевых опытов с кормовыми культурами (Новоселов Ю.К., Харьков Г.Д. и др.,

1987). Повторность опыта - четырехкратная на территории и пятикратная во времени. Учетная площадь делянки 25м.

Компоненты в козлятнико-кострецовой смеси высевались со 100% сроками высева семян.

Объекты исследований: двух и трехвидовые агроценозы при различном комбинативном сочетании трав. Нормы высева семян в травосмесях рассчитывались по заданным соотношениям от нормы чистого посева с учетом посевной годности.

Нормы высева семян трав для одновидового посева при 100% посевной были следующими: козлятник восточный – 20кг/га; клевер луговой – 13кг/га; люцерна посевная – 12 кг/га; кострец – 20кг/га; овсяница луговая – 18кг/га; ежа сборная – 18кг/га.

В качестве основного удобрения, как общего фона, использовали навоз 60 кг/га под основную обработку и минеральные удобрения в запас 90кг/га действующего вещества двойного суперфосфата и 120кг действующего вещества калийной соли. На второй и последующие годы жизни травы подкармливались фосфорно-калийными удобрениями в дозе $P_{60}K_{90}$ кг действующего вещества весной, в период отрастания.

Посев трав проводился в первой декаде марта сеялкой СН-16 перекрестным способом. Семена козлятника за месяц до посева скарифицировали наждачной бумагой и инокулировали ризоторфином непосредственно в день посева из расчета 1кг на гектарную норму семян.

В первый год жизни травосмеси скашивались в фазу бутонизации – начала цветения клевера лугового. Во второй и последующие годы жизни в фазу бутонизации – начала цветения козлятника восточного. Результаты исследований. Одной из составляющих элементов продуктивности многолетних трав является в первую очередь густота стояния растений наличие оптимальной плотности травостоя – залог получения высокого урожая.

Формирование заданной густоты стояния растений начинается, прежде всего, с произрастания семян, которое оценивается показателем их полевой всхожести.

В наших исследованиях густота стояния растений первого года жизни зависела в первую очередь от нормы высева семян трав. В годы исследований полевая всхожесть семян бобовых трав оказалась выше данного показателя злаковых видов. Так, в среднем за четыре года наибольшая полевая всхожесть семян отмечается у люцерны посевной - 74,3%, на втором месте находится клевер луговой 62,4% затем козлятник восточный 59,4%. Из злаковых трав лучшей полевой всхожестью семян характеризуется овсяница луговая – 51,3% и кострец безостный – 48,4%.

Полевая всхожесть семян бобово-злаковых смесей имела свои особенности. Так, это показатель для злакового компонента зависел, прежде всего, от соотношения компонентов смеси [4].Увеличение нормы высева семян злакового компонента с 10% до 75% сопровождалось снижением их полевой всхожести в изучаемых смесях. Так, в двучленной травосмеси с кострецом безостым показатель полевой всхожести семян снизился на 26%, а овсяницей луговой – 21,8%, ежой сборной – на 27 (табл.1). В компонентных смесях наблюдалась такая же тенденция. Повышение нормы высева семян бобового компонента не выявило подобных зависимостей.

Таблица 1

Полевая всхожесть семян, сохранность растений и побегообразование многолетних трав

Видовой состав	Полевая всхожесть, %	Интенсивность побегообразования	Сохранность, %
1	2	3	4
40+75%			
Козлятник + кострец	57,3 36,9	- 1,39	68,2 91,2
Козлятник + овсяница	58,1 39,2	- 1,9	63,4 90,1
Козлятник + ежа	59,2 31,4	- 2,0	60,5 83,2
Козлятник + клевер + кострец	50,2 52,3 30,7	- 2,3 1,66	50,4 86,2 85,1
Козлятник + клевер + овсяница	51,9 52,1 34,7	- 2,4 1,5	51,4 87,0 87,2
Козлятник + клевер + ежа	49,7 55,4 28,7	- 2,2 2,3	49,5 83,2 80,1
55+60%			
Козлятник + кострец	60,1 41,9	- 1,7	65,9 85,9
Козлятник + овсяница	62,7 44,1	- 1,8	65,3 88,9
Козлятник + ежа	62,9 38,4	- 2,3	63,9 80,1
Козлятник + клевер + кострец	51,3 59,1 43,2	- 2,5 1,8	59,8 87,1 86,1
Козлятник + клевер + овсяница	54,9 59,4 43,2	- 2,3 2,4	59,7 87,1 86,2
Козлятник + клевер + ежа	51,3 58,2 37,1	- 2,3 2,4	53,9 85,2 79,1
Козлятник + клевер	63,9 57,2	- 2,6	69,7 89,1
Козлятник + люцерна	63,8 70,8	- 1,4	68,5 90,7

1	2	3	4
70+45%			
Козлятник + кострец	63,9 49,2	- 1,9	70,5 87,2
Козлятник + овсяница	60,9 49,5	- 1,8	70,2 90,1
Козлятник + ежа	65,2 43,1	- 2,4	64,7 81,2
Козлятник + клевер + кострец	50,9 59,1 48,2	- 2,3 1,5	51,7 88,9 85,7
Козлятник + клевер + овсяница	52,3 58,4 49,7	- 2,3 1,7	59,3 88,9 87,6
Козлятник + клевер +ежа	50,4 58,5 43,2	- 2,0 2,5	54,3 86,7 79,3

Аналогичные данные получены в опытах Гречишникова Н.Н. (1985), при злаковой смеси с 30 млн. семян на 1га до 15га полевая всхожесть увеличилась с 22% до 40%.

Нами установлена отрицательная корреляционная зависимость между всхожестью побегообразования и полевой всхожестью. Коэффициент корреляции указывает на умеренно прочное отношение между переменными. 40+75% Y = 1596,27 - 24,5378х,г = -0,66 55+60% Y = 1424,97 - 20,2858х,г = -0,68 70+45% Y = 944,293 - 10,6738х,г = -0,65 где Y - количество побегов смеси, шт./м х - полевая всхожесть, % Наблюдения показали, что при снижении применяемой нормы высева в первый год использования урожайность травостоя по нашему мнению не снижалась, это обусловлено более высокой всхожестью, мощным развитием побегов и усилением кущения трав.

В трехкомпонентных смесях, при посеве клевера в один рядок с козлятником, полевая всхожесть последнего снижается по сравнению с двухкомпонентными смесями в сред-нем на 19%. Бобовых до 75% наблюдается снижение показателя полевой всхожести.

Таким образом, с началом роста между компонентами травостоя устанавливаются определенные конкурентные взаимоотношения, которые еще выражены. Злаковые травы оказывают угнетающее воздействие на смеси бобовых м, в частности, на их полевую всхожесть семян. Особенно влиянием характеризуется ежа сборная, которая снижает этот показатель у козлятника восточного в двухкомпонентных смесях в среднем на 3,4%, где влияние ежи сборной усиливается – на 7,1%.

Побегообразование – важнейший приспособительный признак, способствующий более полному использованию элементов питания почвы и усиливающий способность к борьбе за пространство. Оно зависит от двух факторов. В первую очередь, от биологических особенностей каждого вида растений, во вторых – условий внешней среды. Наши исследования динамики плотности травостоев показали, что она определяется видовым составом, соотношением компонентов смесей и возрастом, при этом изменяясь в пределах вегетационного периода. Динамика количества побегов находят отражение биологическая и экологическая специфичность видов трав, а также особенности погодных условий. Общее количество побегов в травосмесях увеличивается до определенного возраста. В частности для бобового компонента этим периодом второй год жизни, после которого количество побегов в травостое снижается. Однако, эти особенности побегообразования затрагива-

ют козлятник восточный, который наращивает плотность травостоя по мере увеличения возраста ценоза, благодаря мощной корневой системе корнеотпрыскового типа. В зависимости от соотношения бобового компонента в смеси, козлятник восточный к третьему году жизни в двучленных смесях формирует от 254 до 350 побегов/м . Клевер луговой, напротив снижает плотность травостоя до 150-250шт/м2. Как правило, в чистых посевах образование бобовых трав выше, чем в смесях.

По интенсивности кущения злаки можно расположить в следующей последовательности: кострец безостый – 1,40 побега на одно растение, тросниковая – 1,7, ежа сборная – 2,0 (табл.1), с уменьшением доли злакового компонента с 70% до 40% ежа сборная усиливает интенсивность более чем остальные злаки с 20,1 до 2,4 побегов на одно растение. Все в чистых посевах снижают интенсивность кущения к третьему. Количество побегов костреца уменьшается к этому по сравнению с пиком кущения, приходящемуся на второй год в 1,2 раза, овсяницы – 1,5 раза, ежи 1,3 раза. Тогда как в смеси с козлятником злаки усиливают кущение или остаются стабильными. Тюдьдюков В.А., Прудников А.Д. (1992) [5] также отмечают, что второй год использования в травосмесях с бобовыми травами – клевером луговым и люцерной возросло количество побегов овсяницы луговой.

Это по видимому, связано с тем, что на процессы побегообразования бобовых трав большое влияние оказывает, прежде всего, наличие в почве азота.

Насыщение травостоя бобовым компонентом от 45% до 70% в простых смесях сопровождается увеличением числа побегов козлятника восточного. В первый год жизни в вари-анте с овсяницей луговой сформировалось 103 побега козлятника восточного (40%), а при 70-174 шт./м . В тройных козлятник восточный сильно угнетается сопутствующими компонентами и к третьему году жизни в вариантах с соотношением 55% и 60% - выпадает из травостоя.

В варианте, где доля бобовых в травостое составляет 75%, ко второму году использования козлятник восточный сохраняется всего лишь 12шт./м растений (козлятник + клевер + кострец) и 24шт/м (козлятник + клевер +овсяница) с участием ежи сборной козлятник во-сточный выпадает из травостоя.

Козлятник восточный обладает слабой конкурентной способностью по сравнению с другими бобовыми травами. Смеси козлятника восточного 55+60 с клевером луговым, люцерной посевной и донником желтым показывает что побегообразовательная способность козлятника восточного значительно ниже бобовых трав. Количество его побегов к весне третьего года жизни колеблется от 17шт/м до 340 это в 1,5-41,8 раза меньше чем в смеси с костреком безостным при соотношении компонентов 55+60%. Среди злаковых компонентов наибольшей агрессивностью отличается ежа сборная, в смеси с ее участием количество побегов козлятника ниже, чем с костреком безостным и овсяницей луговой при соотношении 40+75% ко второму году жизни на 20,4% и 20,1%, к третьему 21,7-19,8%. Сохранность растений козлятника восточного изменялась в зависимости от сорта компонента. В двучленных смесях с увеличением компонента бобовых от 40% до 70% сохранность козлятника восточного в смеси с кострецом безостным повышается от 68,3%) до 71,9%; с овсяницей луговой - от 65,3%) до 69,7%). Самая низкая сохранность козлятника во-сточного отмечалась при использовании в качестве злакового компонента ежи сборной. В этом случае сохранность растений козлятника восточного колеблется от 59,7 (45% бобовых) до 70% бобовых. Введение второго бобового компонента - клевера лугового в травостой отрицательно сказывалось на сохранности козлятника восточного. Данный показатель снижался до 42,7% (40%) - 52,2 (70%), причем наиболее сильно в травосмеси козлятник восточный + клевер луговой + ежа сборная. Годы проведения

исследования оказались, в основном типичными для нашего региона. Глубина промерзания почвы, мощность снежного покрова, температурный режим в зимний период были благоприятными для перезимовки многолетних трав по годам жизни.

Исследованиями установлено, что зимостойкость растений козлятника как от сопутствующего компонента травостоя, так и от соотношения бобовых и злаковых видов. В простых смесях снижение стойкости козлятника наблюдалось от 69,5 до 52,7% в первый год жизни и с 78 до 81,2% во второй год жизни обусловлено, прежде всего, воздействием агрессивного злака - ежи сборной (табл.2).

При включении в ценоз второго бобового компонента процент растений козлятника уменьшился до 65,9%. В одновидовом посеве зимостойкость козлятника восточного составляет 89,7%.

Таблица 2

Перезимовка козлятника восточного в зависимости от соотношения и набора компонентов, %

Видовой состав	Годы жизни					
	1-й			2-й		
	40+75%	55+60%	70+45%	40+70%	55+60%	70+45%
Козлятник+ Кострец	85,4	69,5	81,3	87,5	78,4	81,9
Козлятник+ Овсяница	85,2	85,9	78,0	85,6	84,0	78,4
Козлятник + ежа	70,3	52,7	67,0	79,7	71,2	70,7
Козлятник + клевер + кострец	69,2	66,9	51,7	50,3	45,6	39,5
Козлятник + клевер + овсяница	70,6	64,7	49,5	40,1	39,9	99,7
Козлятник + клевер		73,2			80,1	
Козлятник+ люцерна		80,9			87,9	
Козлятник		93,2			96,5	

Увеличение доли бобовых в травостое отрицательно сказывалось на козлятника, особенно в трехкомпонентных смесях. Так, в смесях при увеличении доли бобов от 40 до 70% наблюдается снижение количества сохранившихся растений козлятника восточного период перезимовки на 4,5%, а в ценозе козлятник +клевер + овсяница – 29,7%. К весне третьего года жизни в агрофитоценозах козлятних + клевер + козлятник восточный выпал из травостоя, а при соотношении 60+55% его перезимовки составил 15.

Нами установлено умеренно прочное отношение между количеством сопутствующих компонентов смесей и зимостойкостью козлятника. Коэффициент корреляции имеет отрицательное отношение значение, что указывает на обратную зависимость между переменными. По годам жизни уравнения имеют следующий вид:

$$1) Y = 89,86 - 0,0330962x,\ r = -0,62; \quad 2) Y = 107,692 - 0,0798907x,\ r = -0,69.$$

Y - количество сохранившихся растений козлятника, шт./м x - количество побегов сопутствующих компонентов, шт./м.

Выводы

1. Продуктивность смешанных агрофитоценозов зависит от правильного подбора видов, количества и соотношения компонентов. Наибольший урожай позволит з смеси с кострецом безостым, овсяницы луговой и ежи сборной получить на посевах третьего года жизни 29,7-32,9 т/га зеленой массы при соотношении бобовых и злаковых компонентов 70+45%. Повышение доли бобового компонента с 45 до 75 способствовало увеличению бобовых в травостое до 63,4 – 69,7% и росту урожайности зеленой массы на 4,1-10,7т/га.

2. Ценнейшие особенности многолетних трав в бобовозлаковых смесях определяются биологическими свойствами видов и числом компонентов в смесях. Козлятник восточный обладает слабой конкурентной способностью $< 0{,}5$. Так, в агрофитоценозах козлятник + клевер + ежа, коэффициент конкурентоспособности снижается до минимума.

3. Козлятник восточный придает биологическую эффективность бобово-злаковых смесям (г=0,88-0,89). С повышением доли козлятника в смеси с 40 до 75 коэффициент биологической активности к третьему году жизни увеличивается с 1,04 – 1,09 до 1,12-1,5 единиц. В трехкомпонентных смесях козлятник + клевер + кострец, козлятник + клевер + овсяница и козлятник + ежа при заданном соотношении бобовых и злаковых компонентов 70+45% коэффициент биологической эффективности равен 1,00-1,01.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Магомедов К.Г.* Козлятник восточный высокобелковая корневая культура. Нальчик. 2008. 48 с.
2. *Керефов К.Н., Фиапшев Б.Х.* Почвенные районы и пояса Кабардино-Балкарской АССР. Нальчик 1977. 145 с.
3. *Доспехов Б.А.* Методика полевого опыта. М.: Колос, 1989. 385 с.
4. *Коротков А.И.* Нормы высева семян трав и продуктивность орошаемых пастбищ // Кормопроизводство 1985-№2. с.З-4
5. *Тюльдюков В.А., Прудникова А.Д.* Интенсивное использование многолетних трав и травостоев на Нечерноземной зоне РФ. М.: Изд-во МСХА, 1992. 96 с.

ABSTRACT

The factors of stable productive leguminous plants phyto-ecological system forming were studied under KBR foothills condition. For the first time competitiveness and biological efficiency coefficients were established in perennial herbs ecological system. One the basis of a correlative-regressive analysis appropriateness's of forming stable productive leguminous-cereals herbage were determined. We have learnt the data concerning the influence of mineral fertilizers on a botanical of a blend and its nutrient value and efficiency. The accumulation development of blends nutrients in soil ploughing rootmass layer was found out.

Keywords: perennial, herbs, mutual influence in ecological system, standing density, bushing out intensity, hardiness.

Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, Nalchik

© M.M. Shakhmurzov, K.G. Magomedov, 2019

АННОТАЦИЯ

В условиях предгорья КБР изучены факторы формирования устойчиво продуктивных агрофитоценозов из бобовых трав. Впервые установлены коэффициенты конкурентной способности и биологической эффективности бобово-мятликовых агроценозов. На основе корреляционно-регрессионного анализа определены закономерности формирования устойчиво продуктивных

бобово-злаковых травостоев. Получены данные по влиянию минеральных удобрений на ботанический состав смеси и ее питательную ценность и продуктивность. Прослежена динамика накопления в пахотном слое почвы корневой массы смесей и элементов питания.

Ключевые слова: многолетние травы, взаимовлияние в агроценозе, густота стояния, интенсивность кущения, зимостойкость.

Кабардино-Балкарский Государственный аграрный университет им. В.М. Кокова

© М.М. Шахмурзов,
К.Г. Магомедов, 2019

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ

1. "Доклады АМАН" публикуют сообщения об оригинальных и неопубликованных исследованиях в области математических, естественных, технических, общественных и гуманитарных наук, авторами которых являются действительные члены, члены-корреспонденты Адыгской (Черкесской) Международной академии наук (АМАН), действительные члены национальных академий наук стран Содружества независимых государств. Сообщения других авторов должны быть представлены действительными членами АМАН либо действительными членами национальных академий наук стран Содружества независимых государств по соответствующей специальности.
   Не публикуются статьи полемические, классификационные и узкоспециальные; статьи описательные, обзорные и методические (если метод не является принципиально новым); статьи серийные и излагающие отдельные этапы исследований, содержащие материал, явным образом разделенный на несколько последовательных публикаций.
2. Статьи принимаются одновременно в печатном и электронном вариантах. Печатный вариант должен в точности соответствовать электронному.
3. Для статей, не содержащих математические формулы, допускается простой текстовой формат (Текст DOC), без переносов в словах. Статьи, подготовленные в Word и других системах, с отличной от ASCII кодировкой, приниматься не будут.
4. Электронный вариант статьи, содержащий математические формулы, таблицы и простые рисунки, принимается только в формате LaTeX. Статья при этом оформляется в стиле article, размер шрифта – 12 pt, формат бумаги – A4.
5. Графический материал, помещаемый в статье, представляется отдельно, в печатном и электронном виде. Размер единицы графического материала (таблица, рисунок) не должен превышать 15×20 см. Электронный вариант должен быть представлен в одном из графических форматов (GIF, PCX, JPEG, BMP, EPS).
6. Статьи, направляемые в редакцию, должны иметь экспертное заключение на возможность опубликования.
7. В конце статьи необходимо указать раздел, в который следует поместить статью, индекс статьи по Универсальной десятичной классификации (УДК), ключевые слова (не более 10), полное название учреждения, в котором выполнено исследование, фамилии всех авторов, почтовый индекс, адрес и номера телефонов каждого соавтора. Необходимо также указать лицо, с которым редакция будет вести переговоры и переписку.
8. К статье прилагаются название работы и фамилии авторов на английском и адыгском языках, а также краткая аннотация на русском и английском языках.
9. Объем статьи не должен превышать 1/3 авторского листа. В этот объем входят текст, таблицы, библиография и рисунки. Объем заказных статей устанавливается редколлегией.
10. При выборе единиц измерения рекомендуется придерживаться Международной системы единиц СИ.
11. При описании методики исследования следует ограничиваться оригинальной ее частью, при элементном анализе – приводить только усредненные данные.
12. Транскрипция географических названий должна соответствовать атласу последнего года издания.
13. Ссылки в тексте на цитируемую литературу даются в квадратных скобках, например [1]. Ссылки на неопубликованные работы не допускаются.

Статьи, оформленные без соблюдения правил, не рассматриваются.

RULES FOR THE AUTHORS

1. "Reports of AIAS" publish papers about the original and unpublished researches in mathematics, natural, technical, social Sciences and Humanities authors are full members, corresponding members of the Adyghe (Circassian) International Academy of Sciences, full members of national academies of Sciences of the countries of the Commonwealth of Independent States.
   Papers from other authors should be presented by the full members of AIAS or full members of the national academies of Sciences of the countries of the Commonwealth of Independent States in the relevant /corresponding specialty/field.
   Polemical articles, classification and highly technical, descriptive articles, reviews and methodological (if the method is not fundamentally new), article serials articulate the individual stages of research; containing material explicitly divided into several successive publications are not published.
2. The articles are accepted simultaneously both in printed and electronic form. The printed version should exactly match the electronic one.
3. For articles that do not contain mathematical formulas simple text format (text DOC) is permissible without carrying the words over to the next line. Articles prepared in WORD and other systems with non ASCII encoding will not be accepted.
4. Electronic version of the article containing mathematical formulas, tables and simple drawings is accepted only in LaTeX format the article is executed in the style of article font size is 12 pt, paper format – A4.
5. Graphic material placed in the article presented separately in printed and electronic forms. The size of the unit of graphical material (tables, figures) must not exceed 15×20 cm. The electronic version must be provided in one of the graphics formats (GIF, PCX, JPEG, BMP, EPS).
6. Articles submitted to the editor should have an expert opinion on the possibility of its publishing.
7. At the end of the article, you must specify the section into which you want the article to be put, the article index of the universal decimal classification UDC, keywords (no more than 10 words), and the full name of the institution where the research was performed, surnames of all the authors, postal code, and phone numbers of each collaborator. You must also specify the person with whom the editorial stuff will conduct negotiations and correspondence.
8. The article should include the title and the surnames of the authors in the English and Adyghe languages as well as a brief summary in the Russian and English languages.
9. The article shouldn't exceed 1/3 of the author's page/printer's sheet. This volume includes text, tables, bibliography and drawings. The amount of specially made articles is established by the editorial Board.
10. When you select the units of measurement is recommended to adhere to the International system of units.
11. At the description of the research methodology, it should be limited to the original part of it, when elemental analyses – adduce only average data.
12. Transcription of the geographical names should be conformed to the Atlas of the last year edition.
13. References to the quoted literature should be given in square brackets, e.g. No references to the unpublished works are allowed.

Articles not keeping to the established rules are not considered.

ДОКЛАДЫ
АДЫГСКОЙ (ЧЕРКЕССКОЙ)
МЕЖДУНАРОДНОЙ АКАДЕМИИ НАУК

ТОМ 19 № 1

СМИ зарегистрировано Министерством Российской Федерации по делам печати, телерадиовещания и средств массовых коммуникаций, регистрационный номер ПИ № 77-3923 от 30.06.2000 г.

ISSN 1726-9946

ПЛД № 72-47 от 05.04.1999 г.

Компьютерная верстка Ф.Т. Богатырева

Подписано в печать 11.03.2019 г. Выход в свет 13.03.2019 г.
Формат бумаги 60×84 1/8. Бумага офсетная.
Гарнитура Таймс. Усл. печ. л. 11,9. Тираж 100 экз.
Цена свободная.

Адрес редакции и издателя: 360000, Кабардино-Балкарская Республика, Нальчик, ул. Шортанова, д. 89А

Адрес типографии: 360051, Кабардино-Балкарская Республика, г. Нальчик, ул. Кабардинская, д. 19
Тел./факс: (8662)42-62-09
e-mail: elbrus@mail.ru
www.elbrus.ru

REPORTS
ADYGE (CIRCASSIAN)
INTERNATIONAL ACADEMY OF SCIENCES

VOLUME 19 № 1

The media is registered with the Ministry of the Russian Federation for Press,
broadcasting and mass media registration number
PI № 77-3923 from 30.06.2000 г.

ISSN 1726-9946

TLA № 72-47 from 05.04.1999 г.

Desktop publishing F.T. Bogatyreva

Signed to print 11.03.2019 г. The publication 13.03.2019 г.
Paper 60×84 1/8. Paper offset.
Headset Times. Printer's sheet. HP 11,9. Circulation of 100 copies.
Price is free.

Editorial and Publisher Address: 89a, Shortanov St., Nalchick, Kabardino-Balkarian Republic, 360000
Typography address: 19, Kabardinskaya St., Nalchick, Kabardino-Balkarian Republic, 360051
Phone/Fax: (8662)42-62-09
e-mail: elbrus@mail.ru
www.elbrus.ru