

**ИЗВЕСТИЯ КАБАРДИНО-БАЛКАРСКОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА**

**PROCEEDING OF THE
KABARDINO-BALKARIAN STATE UNIVERSITY**

Том I, № 1

2011

Учредитель: Кабардино-Балкарский государственный
университет им. Х.М. Бербекова (КБГУ)

Главный редактор **Б.С. КАРАМУРЗОВ**
Первый зам. главного редактора **А.П. САВИНЦЕВ**
Зам. главного редактора **С.К. БАШИЕВА**
Зам. главного редактора **Х.Б. ХОКОНОВ**
Зам. главного редактора **А.А. ШЕБЗУХОВ**
Зам. главного редактора **Г.Б. ШУСТОВ**
Зам. главного редактора **М.М. ЯХУТЛОВ**
Ответственный секретарь **М.Ч. ШОГЕНОВА**

Редакционная коллегия

Волков Ю.Г., Гуфан Ю.М., Дзамихов К.Ф., Карлик А.Е.,
Матузов Н.И., Радченко В.П., Радченко О.А., Рубаков В.А., Фельдштейн Д.И.,
Фортов В.Е., Хавинсон В.Ц., Хохлов А.Р., Хуснутдинова Э.К.

Журнал зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информацион-
ных технологий и массовых коммуникаций (рег. св. ПИ № ФС 77 - 44485 от 31.03.2011).

Адрес редакции: 360004. г. Нальчик, ул. Чернышевского, 173

Телефоны: (88662) 722313

E-mail: rio@kbsu.ru

МАТЕМАТИКА

УДК 518.8:53

О НОВОМ МЕТОДЕ ОБРАБОТКИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ДАННЫХ ДЛЯ МАЛЫХ КАПЕЛЬ РАСПЛАВОВ

В.Н. Лесев, В.А. Созаев

В работе предложен новый алгоритм обработки экспериментальных данных, получаемых по оцифрованным снимкам для малых капель расплавов металлов и керамики в высокотемпературных полях. Разработаны математические основы данного алгоритма и проведена его апробация. Результаты вычислительных экспериментов по определению физических параметров системы для лежащих капель в высокотемпературных полях с применением данного алгоритма свидетельствуют о возможности его использования как самодостаточного автоматизированного комплекса.

Ключевые слова: капля; расплавы; экспериментальные данные; высокотемпературные поля; свободная поверхность; контактный угол.

Цель исследования

Исследование большого числа процессов базируется на информации о параметрах, характеризующих равновесие в зоне трехфазного контакта системы газ–жидкость–подложка. При этом особый интерес, обусловленный их практической значимостью, вызывают две группы задач.

Основной целью первой является определение поверхностного натяжения (ПН) σ жидких фаз. Для этого разработаны многочисленные статические и динамические методы измерения σ . Наиболее полные обзоры этих методов приводятся в [1–4]. При оценке ПН жидких металлических расплавов наибольшее распространение получили метод лежащей капли [5, 6] и метод максимального давления в газовом пузыре [7], которые основаны на первом и втором уравнениях капиллярности, вытекающих из условия равновесия межфазных границ. В последнее время разрабатываются автоматизированные методы измерения ПН [8, 9], основанные на численном интегрировании уравнения Юнга – Лапласа по цифровым данным изображения контура капли. Однако для снижения ошибок в определении ПН необходимо соответствующим образом подбирать размер капли и материал подложки [10].

Существенное влияние на методику определения поверхностного натяжения оказывает и тот факт, что оно может меняться со временем, например из-за адсорбции. Для таких систем используют динамические методы, которые позволяют измерить динамическое поверхностное натяжение и для быстро меняющихся параметров [11].

Вторая группа задач посвящена исследованию краевого угла смачивания θ . При разработке данной проблемы используется целый спектр различных методов [12, 13]. Довольно точные данные θ можно получать, используя метод лежащей капли. В этом методе важно учитывать критическое значение объема V_c жидкости, после достижения которого увеличение высоты капли должно прекратиться и при объемах $V > V_c$ экстремальная высота капли h_0 остается постоянной [14]. Другой проблемой является изучение с помощью цифровых камер зоны трехфазного контакта при неполном смачивании капель расплава поверхности подложки. В частности, из-за высокой упругости паров вблизи трехфазного контакта возможны некоторые ошибки в оценке контура капли.

Но по-прежнему определение краевого угла смачивания и других параметров по оцифрованным снимкам является наиболее эффективным и часто реализуемым на практике методом, оставляющим в то же время большое количество нерешенных проблем, связанных с его применением особенно на этапе анализа оцифрованного поля.

Основной целью настоящей работы является разработка нового алгоритма, позволяющего получать с достаточной степенью точности сведения о качественных и количественных зависимостях системы газ–жидкость–подложка в тех случаях, когда капля подвержена воздействию высокотемпературного поля и сегментация границ объекта затруднена.

Результаты исследования

Будем исследовать малую осесимметричную жидкую каплю, свободно лежащую на твердой горизонтальной подложке в температурном поле (рис. 1).

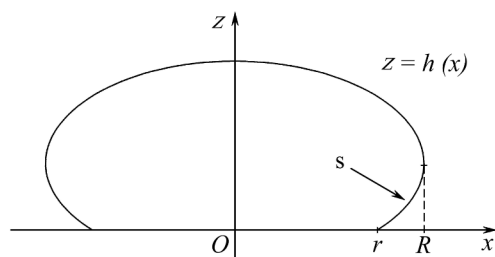


Рис. 1. Радиальное сечение капли

Назовем область s – областью снижения профиля капли или просто областью снижения. При высоких температурах (более 1200 °К) сильный тепловой поток создает ореол или вызывает эффект отражения как на подложке и области s капли, так и на участках, близких к апексу [15], что негативно сказывается на классификации граничных точек, определяющих профиль капли при анализе оцифрованных изображений.

Поэтому основная цель на стадии обработки снимков состоит в том, чтобы нивелировать искажения профиля, сформированные тепловыми потоками, и минимизировать погрешность при определении расчетных параметров системы. Этого результата можно добиться, последовательно решив следующие задачи: определение граничных точек объекта на основе градиентных методов; установление деформированных участков профиля; интерполяция полученных на предыдущей стадии значений; нахождение координат профиля и искомых физических параметров.

Основной целью первого этапа реализации предлагаемого алгоритма является определение граничных точек и локализация деформированных участков профиля.

Известно, что процесс формирования капли в ряде случаев сопровождается образованием прекурсорной пленки или просто прекурсора, т. е. пленки, распространяющейся перед движущимся жидким мениском. В частности, для различного рода расплавов растекание на микро-скопическом уровне действительно сопровождается вытеканием жидких монослоев впереди линии трехфазного контакта. Поэтому далее рассмотрим два случая, характеризующих зону трехфазного контакта (рис. 2).

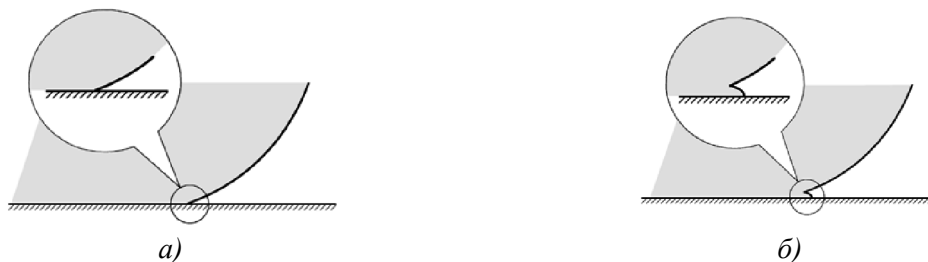


Рис. 2. Зона трехфазного контакта капли частично смачивающей жидкости на горизонтальной подложке: а) без прекурсора; б) с прекурсором

Принимая во внимание тот факт, что при определении краевого угла смачивания точки прекурсора не учитываются, редуцируем случай б) к случаю а). Для этого достаточно выполнить параллельный перенос оси абсцисс, совместив её не с уровнем подложки, а с точкой перепада жидкости в прекурсор. Данное преобразование носит обратимый характер и позволяет в случае необходимости объективно вычислять такие параметры, как высота капли в апексе или площадь её радиального сечения.

Таким образом, не нарушая общности рассуждений, остановимся на случае а).

Как известно [16], на границе сред с различной освещенностью имеет место резкое изменение уровней серого тона, что легко устанавливается путем вычисления соответствующего градиента в направлении нормали раздела сред. Несмотря на то, что на сегодняшний день имеется множество разнообразных градиентных масок, применим 3×3 оператор Собеля [17]:

$$\begin{aligned} G_x &= \frac{\partial h(\tilde{x}, \tilde{z})}{\partial \tilde{x}} = h(\tilde{x}_{i+1}, \tilde{z}_{j+1}) + 2h(\tilde{x}_{i+1}, \tilde{z}_j) + h(\tilde{x}_{i+1}, \tilde{z}_{j-1}) - \\ &\quad - h(\tilde{x}_{i-1}, \tilde{z}_{j+1}) - 2h(\tilde{x}_{i-1}, \tilde{z}_j) - h(\tilde{x}_{i-1}, \tilde{z}_{j-1}), \\ G_z &= \frac{\partial h(\tilde{x}, \tilde{z})}{\partial \tilde{y}} = h(\tilde{x}_{i+1}, \tilde{z}_{j+1}) + 2h(\tilde{x}_i, \tilde{z}_{j+1}) + h(\tilde{x}_{i-1}, \tilde{z}_{j+1}) - \\ &\quad - h(\tilde{x}_{i+1}, \tilde{z}_{j-1}) - 2h(\tilde{x}_i, \tilde{z}_{j-1}) - h(\tilde{x}_{i-1}, \tilde{z}_{j-1}), \end{aligned} \quad (1)$$

где G – вектор градиента интенсивности для пикселя с координатами $(\tilde{x}, \tilde{z})$.

Оператор (1) был выбран в связи с тем, что он отличается от операторов 2×2 или 3×1 более высокой точностью, а от операторов 4×4 меньшими временными затратами на реализацию при практически равнозначной погрешности.

Полученное в результате множество точек, образующих границу жидкой фазы исследуемой системы, обозначим через $\{x_i, z_j\}$.

Очевидно, что при наличии деформаций в области снижения отображение $x_i \rightarrow z_j$ не будет биективным на этом участке, т.е. найдутся точки, для которых одним и тем же значениям абсциссы x_i будут соответствовать два или более значений ординаты z_j .

Начиная движение по точкам профиля вдоль оси абсцисс от апекса ($x_0 = 0$) до точки $x_N = R$ определим первые пять последовательных точек $h_{i-2}(x_{i-2}; z_{i-2}), h_{i-1}(x_{i-1}; z_{i-1}), \dots, h_{i+2}(x_{i+2}; z_{i+2})$, ($i = \overline{2, N-2}$) таким образом, чтобы прямые $h_{i-2}h_{i-1}$, $h_{i-1}h_i$, h_ih_{i+1} , $h_{i+1}h_{i+2}$ образовывали с положительным направлением оси Ox острые углы $\varphi_{i-2}, \varphi_{i-1}, \varphi_i, \varphi_{i+1}$, отличающиеся между собой не более чем на градус, т.е. так, чтобы выполнялось соотношение:

$$\varphi_j - \varphi_{j+1} \leq \delta, \quad (2)$$

где $j = \overline{i-2, i}$, а $\delta = 1^\circ$ – геометрический параметр, характеризующий гладкость кривой $h(x)$. Аналогичным образом проверяются и точки области снижения.

Заметим, что условие (2) при субпиксельном разрешении может оказаться недостаточным, например, при использовании аппаратуры, поддерживающей высокое разрешение (фотокамеры с 17 и более мегапиксельным разрешением), что необходимо повлечет уменьшение параметра δ .

Продолжая процесс последовательного построения «касательных» к профилю капли вплоть до точки $x_K = r$ и проверяя для каждой последовательности прямых условие (2), уста-

новим все абсциссы для оцифрованного изображения, которым соответствуют деформированные участки, предшествующие зоне снижения, а также в зоне s.

Теперь, когда известны множества точек, образующие искаженные области границы объекта, можно перейти к следующему этапу – интерполяции.

На стадии реализации этого этапа использовалась регрессия общего вида, представляющая собой линейную комбинацию степенных функций x^m , $m = \overline{1,3}$ и равнобочной гиперболы $\frac{1}{x + \alpha}$, где числовой параметр α определялся из условия сходимости регрессии к данным, полученным экспериментальным путем для предшествующих и последующих пяти точек профиля относительно деформированного участка.

Результаты большого количества вычислительных экспериментов позволяют утверждать, что указанный способ аппроксимации дает возможность не только минимизировать погрешности определения физических параметров системы, но и проконтролировать информативность обработки данных.

Помимо указанных выше, алгоритм обладает дополнительными возможностями, позволяя исследователю контролировать обработку снимка на каждом этапе и при необходимости корректировать его работу, например в зависимости от освещенности объекта. В частности, в программном пакете предусмотрена возможность задания цифровыми средствами оттенков серого, определяющих первичный профиль капли. Данная процедура играет важную роль при обработке снимков с высоким разрешением, поскольку профиль капли, находящейся в температурном поле, не стационарен и, следовательно, граница определяется целым набором точек, близких по тональности.

Учитывая существенное повышение внимания к высокотемпературному плавлению, обусловленного, в первую очередь, технологическим ростом, значительно расширился диапазон соединений, подвергаемых экспериментам по капиллярному плавлению, что, естественно, подразумевает универсальность алгоритмов и программных пакетов, применяемых для обработки и анализа результатов подобных опытов. Поэтому процесс апробации строился на оцифрованных изображениях жидких капель металлов, сплавов и керамики при температурах от 1720 до 2850 °K. Первый этап обработки одного из снимков представлен на рис. 3.

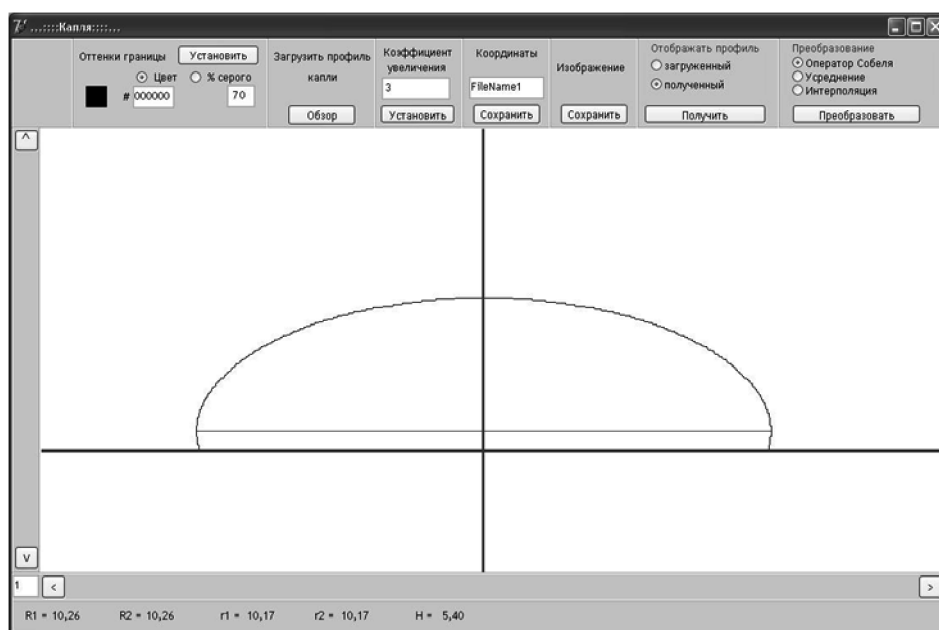


Рис. 3. Результаты первичной обработки одного из апробационных снимков в рабочем окне программного комплекса

Алгоритм, математические основы которого описаны выше, был реализован на Delphi.

Расчеты показывают, что предложенный метод позволяет в кратчайшие сроки и с высокой степенью точности (погрешность не превосходит 0,97 %) определять основные параметры системы, которые согласуются с результатами других исследований [18, 19].

Однако в случаях, когда подложка во время проведения эксперимента имеет отклонение от горизонтали и для отрицательных и положительных значений абсциссы соответствующие ординаты отличаются более чем на 10^{-5} процента, т.е. имеют место углы оттекания и натекания, а следовательно, капля не является осесимметричной, погрешность начинает возрастать по параболическому закону. Для углов оттекания и натекания, не превосходящих 2 градусов, эта проблема может быть решена усреднением соответствующих координат для различных полуплоскостей. Данная процедура также реализована в алгоритме, что позволяет в указанных условиях обеспечивать расчет параметров системы с погрешностью, не превосходящей 1,5 %.

Выводы

Проблема высокоэффективной сегментации в оптически малоконтрастных системах играет важную роль в проведении исследований направленных на изучение капиллярных профилей, особенно в случаях, когда объект находится в неоднородном по освещенности поле.

Предложенный метод, направленный на решение этой проблемы и основанный на построении касательных, существенно отличается от других (например, [20–23]). Он позволяет минимизировать инструментальную погрешность измерений при уменьшении временных затрат на обработку изображений, а также устанавливать множества граничных точек, негативно влияющих на точность определения значений расчетных параметров.

Помимо перечисленных преимуществ разработанный алгоритм может быть использован и при реализации полностью автоматизированных методов определения коэффициентов поверхностного натяжения и вязкости жидкости, а также в других приложениях теории капиллярности, связанных с обработкой изображений со слабовыраженными границами раздела фаз.

Библиографический список

1. Русанов А.И., Порхаев В.А. Межфазная тензиометрия. – СПб.: Химия. 1994. – 400 с.
2. Шебзухов А.А., Осико Т.П., Кажаква Ф.М., Мозговой А.Г. Поверхностное натяжение жидких щелочных металлов и их сплавов // Обзоры по теплофизическим свойствам веществ. – 1981. – Т. 31, № 5. – С. 1–141.
3. Алчагиров Б.Б. Поверхностное натяжение щелочных металлов и сплавов с их участием // Обзоры по теплофизическим свойствам веществ. – 1991. – Т. 89, № 3. – С. 1–177.
4. Алчагиров Б.Б., Куршев О.И., Архестов Р.Х., Тлупова М.М., Хоконов Х.Л. Поверхностное натяжение жидкого индия: состояние исследований // Вестник КБГУ. Серия физические науки. – 2003. – В. 8. – С. 15–19.
5. Иващенко Ю.Н., Еременко В.Н. Основы прецизионного измерения поверхностной энергии расплавов методом лежащей капли. – Киев: Наукова думка, 1972. – 231 с.
6. Хатадзе Д.В., Оникашвили Э.Г., Тавадзе Ф.Н. Некоторые приложения теории капиллярности при физико-химическом исследовании расплавов. – Тбилиси: Менниереба, 1971. – 114 с.
7. Пугачевич П.П. Некоторые вопросы измерения поверхностного натяжения металлических расплавов методом максимального давления в газовом пузыре // Поверхностные явления в металлургических процессах. – М.: Металлургиздат. – 1963. – С. 177–192.
8. Емельяненко А.М., Бойнович Л.Б. Применение цифровой обработки видеоизображений для определения параметров сидячих и висячих капель // Коллоидный журнал. – 2001. – Т. 63, № 2. – С. 178–193.

9. Директор Л.Б., Майков И.Л., Кашежев А.З. Автоматизированный программный комплекс для обработки цифрового изображения в статических методах определения коэффициента поверхностного натяжения жидкости // Физические свойства металлов и сплавов: труды 5 Российской научно-технической конференции. – Екатеринбург, 2009. – С. 49.
10. Канчукоев В.З., Лесев В.Н., Созаев В.А. Оценка возможных погрешностей при анализе профилей поверхности малых капель металлов // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Естественные науки. – 2009. – № 4. – С. 44–48.
11. Glorieux B., Millot F., Rifflet J.C. Surface tension of liquid alumina from contactless techniques // Int. Journal of Thermophysics. 2002. – V. 23, № 5. – P. 1249–1257.
12. Алчагиров Б.Б., Хоконов Х.Б. Смачиваемость поверхностей твердых тел расплавами щелочных металлов и сплавов с их участием. Теория и методы исследований // Теплофизика высоких температур. – 1994. – Т. 32, № 4. – С. 590–626.
13. Алчагиров Б.Б., Хоконов Х.Б. Смачиваемость поверхностей твердых тел расплавами щелочных металлов и сплавов с их участием. Эксперимент // Теплофизика высоких температур. – 1994. – Т. 32, № 5. – С. 756–783.
14. Канчукоев В.З. Определение профиля жидкой капли на твердой поверхности // Письма в ЖТФ. – 2004. – Т. 30, № 2. – С. 12–16.
15. Kudyba A., Sobczak N., Pietrzak K., Klasik F. Examination of size effect on wetting, interface structure and shear strength of Sn/Cu couples // 6th International conference High Temperature Capillarity. – Athens – 2009. – P. 151.
16. Gonzalez R.C., Woods R.E. Digital Image Processing, 3-rd ed. – N.J.: Prentice Hall, 2008. – 954 p.
17. Cheng P., Li D., Boruvka L., Rotenberg Y., Neumann A.W. Automation of axisymmetric drop shape analysis for measurements of interfacial tensions and contact angles // Colloids Surf. – 1990. – V. 43, № 1. – P. 151–167.
18. Strzecha K., Koszmider T. Drop shape analysis for measurements of surface tension and wetting angle of metals at high temperatures // International Conference: Perspective Technologies and Methods in MEMS Design. – 2008. – P. 57–59.
19. Seetharaman S. Fundamentals of metallurgy. – Cambridge: Woodhead Publishing Limited and Maney Publishing, 2005. – 574 p.
20. Гребенник И.П. Определение малых краевых углов смачивания // Адгезия расплавов и пайка материалов. – 1990. – Вып. 23. – С. 23–25.
21. Аникин Д.Ю., Филонов М.Р., Иванов С.В., Левин Ю.Б. Алгоритм расчета плотности и поверхностного натяжения расплавов методом большой капли при формировании изображения в цифровом формате // Известия ВУЗов. Черная металлургия. – 2003. – № 7. – С. 10–13.
22. Майков И.Л., Директор Л.Б. Численная модель динамики капли вязкой жидкости // Вычислительные методы и программирование. – 2009. – Т. 10. – С. 148–157.
23. Филонов М.Р. Измерение плотности металлических расплавов методом лежащей капли с использованием цифровой фотокамеры // Материаловедение. – 2002. – № 1. – С. 13–17.

Lesev V.N., Sozaev V.A. *About the new method of processing of experimental data for small drops of melts*

The new algorithm for the processing of the experimental data on the small drops of metallic melts and ceramics obtained from the digitized snapshots in high-temperature fields has been offered. The mathematical grounds for given algorithm have been developed and it has been tested. The results of numerical experiments on determining physical parameters of the system of sessile drops in high-temperature fields using proposed algorithm reveal that it can be used as self-sufficing automated unit.

Keywords: drop; liquid melts; experimental data; high-temperature field; free surface; contact angle.

НЕЛОКАЛЬНАЯ КРАЕВАЯ ЗАДАЧА ДЛЯ УРАВНЕНИЯ ЛАВРЕНТЬЕВА – БИЦАДЗЕ В ПРЯМОУГОЛЬНОЙ ОБЛАСТИ

В.А. Елеев, З.Х. Гучаева

Для модельного уравнения смешанного типа поставлена и исследована краевая задача с нелокальным интегральным условием в прямоугольной области. Обосновано утверждение о существовании единственного решения поставленной задачи методом Фурье.

Ключевые слова: уравнение Лаврентьева – Бицадзе, единственность решения, вспомогательная функция, полнота системы, существование решения, метод Фурье.

Классические краевые задачи для эллиптических уравнений, такие как задачи Дирихле, Неймана, общая краевая задача и другие перестают быть корректными для уравнений смешанного типа.

В работах Н.Н. Вахания [1], J.R. Cannon [2] доказана корректность задачи Дирихле для уравнения Лаврентьева – Бицадзе

$$u_{xx} + \operatorname{sign} y \cdot u_{yy} = 0 \quad (1)$$

в прямоугольных областях, обладающих специальными свойствами. А.М. Нахушевым [3] установлено, что задача Дирихле для уравнения (1) в конечной смешанной области, ограниченной в верхней полуплоскости $y > 0$ кусочно-гладкой кривой, содержащей интервал $(0, 1)$ прямой $y = 0$, а гиперболическая часть области квадрат со стороной равной единице, всегда разрешима и притом единственным образом.

В работе [4] А.П. Солдатовым дается прямое доказательство существования и единственности решения задачи Дирихле для уравнения (1) в канонической смешанной области, ограниченной дугами окружности и гиперболы.

В работах К.Б. Сабитова [5–8] исследована задача Дирихле для вырождающегося уравнения смешанного типа

$$\operatorname{sign} y |y|^m u_{xx} + u_{yy} - b^2 \operatorname{sign} y |y|^m u = 0, \quad m > 0, \quad b \geq 0$$

в прямоугольной области. Методами спектрального анализа установлен критерий единственности и доказана теорема существования задачи Дирихле.

Также следует отметить ряд работ [9–11], посвященных поиску смешанных областей, для которых задача Дирихле и нелокальные задачи являются корректно поставленными. Наиболее полная библиография по этой проблеме представлена в монографии М.М. Хачева [12].

В данной работе исследуется краевая задача с нелокальным интегральным условием для уравнения (1).

Рассмотрим уравнение Лаврентьева – Бицадзе (1) в прямоугольной области

$$\Omega = \{(x, y) : 0 < x < 1, -\alpha < y < \beta\}, \quad \alpha, \beta = \operatorname{const} > 0.$$

Пусть $\Omega^+ = \Omega \cap (y > 0)$, $\Omega^- = \Omega \cap (y < 0)$ – соответственно эллиптическая и гиперболическая части смешанной области Ω , $AB = \{(x, y) : x \in (0, 1), y = 0\}$.

Решение $u(x, y)$ уравнения (1) будем называть регулярным в области Ω , если оно принадлежит классу $C(\overline{\Omega}) \cap C^1(\Omega) \cap C^2(\Omega^+ \cup \Omega^-)$.

Задача 1. Найти регулярное в области Ω решение $u(x, y)$ уравнения (1), удовлетворяющее краевым условиям

$$u(x, \beta) = \psi_1(x), \quad u(x, -\alpha) = \psi_2(x), \quad 0 < x < 1, \quad (2)$$

$$u(0, y) = \varphi_1(y), \quad \int_0^1 u(x, y) dx = \varphi_2(y), \quad -\alpha < y < \beta. \quad (3)$$

Теорема. Пусть

$$1) \psi_i(x) \in C^4[0, 1], \quad \varphi_i(y) \in C^4[-\alpha, 0] \cap C^4[0, \beta], \quad i = 1, 2;$$

$$2) \psi_i^{(n)}(0) = \psi_i^{(n)}(1), \quad \varphi_i^{(n)}(0) = \varphi_i^{(n)}(-\alpha) = \varphi_i^{(n)}(\beta) = 0, \quad n = 0, 2, \quad i = 1, 2;$$

$$3) \int_{-\alpha}^0 \varphi_1^{(4)}(y) \sin \frac{\pi k}{\alpha} y dy = O\left(\cos \frac{\pi k}{\alpha}\right), \quad \int_0^\beta \varphi_2^{(4)}(y) \sin \frac{\pi k}{\beta} y dy = O\left(\cos \frac{\pi k}{\beta}\right), \quad k \rightarrow \infty,$$

$$\int_0^1 \psi_1^{(4)}(x) \sin 2\pi k x dx = O(\cos 2\pi k \alpha), \quad \int_0^1 \psi_2^{(4)}(x) \sin 2\pi k x dx = O(\cos 2\pi k \beta), \quad k \rightarrow \infty,$$

4) α – иррациональное число, причем

$$\operatorname{tg} 2\pi k \alpha \neq -\operatorname{th} 2\pi k \beta, \quad k = 1, 2, \dots \quad (4)$$

Тогда существует единственное решение задачи.

Докажем единственность решения задачи 1. Пусть $u_1(x, y)$ и $u_2(x, y)$ – любые два решения задачи 1 в области Ω . Тогда их разность $u(x, y) = u_1(x, y) - u_2(x, y)$ является решением однородной задачи 1. Покажем, что $u(x, y) \equiv 0 \quad \forall (x, y) \in \Omega$.

Для этого построим вспомогательную функцию

$$W_k(x, y) = X_k(x) \cdot Y_k(y), \quad \forall k = 1, 2, \dots,$$

которая является регулярным решением уравнения (1), а также удовлетворяет краевым условиям:

$$X_k'(1) = 0, \quad X_k(0) = X_k(1), \quad Y_k(\beta) = 0, \quad Y_k(-\alpha) \neq 0.$$

Легко показать, что функция $W_k(x, y)$ имеет вид:

$$W_k(x, y) = \begin{cases} \operatorname{sh} 2\pi k(y - \beta) \cos 2\pi k x, & y > 0, \\ (\operatorname{ch} 2\pi k \beta \cdot \sin 2\pi k y - \operatorname{sh} 2\pi k \beta \cdot \cos 2\pi k y) \cdot \cos 2\pi k x, & y < 0. \end{cases}$$

Обозначим $\Omega_\varepsilon^+ = \{(x, y): \varepsilon < x < 1 - \varepsilon, \varepsilon < y < \beta - \varepsilon\}$,

$$\Omega_\varepsilon^- = \{(x, y): \varepsilon < x < 1 - \varepsilon, -\alpha + \varepsilon < y < -\varepsilon\},$$

где $\varepsilon = \operatorname{const} > 0$, $\sigma_\varepsilon^+, \sigma_\varepsilon^-$ – соответствующие границы. Интегрируя тождество

$$uLW - WLu = (uW_x - Wu_x)_x + \operatorname{sign} y (uW_y - Wu_y)_y \quad \text{по области } \Omega_\varepsilon^+ \cup \Omega_\varepsilon^-, \text{ получим}$$

$$\begin{aligned} 0 &= \left(\int_{\Omega_\varepsilon^+} + \int_{\Omega_\varepsilon^-} \right) (uLW - WLu) dx dy = \left(\int_{\Omega_\varepsilon^+} + \int_{\Omega_\varepsilon^-} \right) [(uW_x - Wu_x)_x + \operatorname{sign} y (uW_y - Wu_y)_y] dx dy = \\ &= \left(\int_{\Omega_\varepsilon^+} + \int_{\Omega_\varepsilon^-} \right) [-\operatorname{sign} (uW_y - Wu_y) dx + (uW_x - Wu_x) dy]. \end{aligned}$$

Переходя в последнем равенстве к пределу при $\varepsilon \rightarrow 0$ и используя однородные краевые условия задачи 1, будем иметь

$$\begin{aligned}
 0 &= \int_0^\beta W(0, y) \cdot u_x(0, y) dy + \int_0^\beta [u(1, y) W_x(1, y) - W(1, y) u_x(1, y)] dy + \\
 &+ \int_{-\alpha}^0 W(0, y) \cdot u_x(0, y) dy + \operatorname{sign} y \int_0^1 W(x, -\alpha) u_y(x, -\alpha) dx + \\
 &+ \int_{-\alpha}^0 [W_x(1, y) u(1, y) - W(1, y) u_x(1, y)] dy = \operatorname{sign} y \int_0^1 W(x, -\alpha) u_y(x, -\alpha) dx = 0.
 \end{aligned}$$

Учитывая вид функции $W_k(x, y)$, будем иметь

$$[ch 2\pi k \beta \cdot \sin 2\pi k \alpha + sh 2\pi k \beta \cdot \cos 2\pi k \alpha] \int_0^1 U_y(x, -\alpha) \cos 2\pi k x dx = 0.$$

В силу полноты системы функций $\{\cos 2\pi k x\}$, а также используя лемму Лагранжа [12, с. 24] и условие (4) теоремы, получаем, что $u_y(x, -\alpha) = 0$.

Таким образом, функция $u(x, y)$ является решением однородной задачи

$$\begin{aligned}
 u(0, y) &= 0, \quad \int_0^1 u(x, y) dx = 0 \quad (\text{или } u_x(0, y) = u_x(1, y)), \quad -\alpha \leq y \leq 0, \\
 u(x, -\alpha) &= 0, \quad u_y(x, -\alpha) = 0, \quad 0 \leq x \leq 1,
 \end{aligned}$$

для уравнения (1) в области Ω^- .

Тогда $u(x, y) \equiv 0$ в области Ω^- , откуда с учетом условий сопряжения имеем $u(x, y) \equiv 0$ в Ω^+ . Следовательно, получили, что $u(x, y) \equiv 0$ в области Ω .

Перейдем к доказательству существования решения задачи 1. Решение задачи будем искать в виде $u(x, y) = u_1(x, y) + u_2(x, y)$, где $u_1(x, y)$ – решение задачи 1 при $\psi_1(x) = \psi_2(x) \equiv 0$, $u_2(x, y)$ – решение задачи 1 при $\varphi_1(x) = \varphi_2(x) \equiv 0$. Для нахождения $u_1(x, y)$ введем обозначение

$$u_1(x, y) = \begin{cases} u_1^+(x, y), & \forall (x, y) \in \Omega^+, \\ u_1^-(x, y), & \forall (x, y) \in \Omega^-, \end{cases}$$

где $u_1^+(x, y)$ – решение уравнения

$$u_{xx} + u_{yy} = 0, \tag{5}$$

удовлетворяющее условиям:

$$u_1^+(x, \beta) = 0, \quad u_1^+(x, 0) = 0, \quad 0 < x < 1, \tag{6}$$

$$u_1^+(0, y) = \varphi_1(y), \quad \int_0^1 u_1^+(x, y) dx = \varphi_2(y), \quad 0 < y < \beta, \tag{7}$$

а $u_1^-(x, y)$ – решение уравнения

$$u_{xx} - u_{yy} = 0, \tag{8}$$

удовлетворяющее условиям:

$$u_1^-(x, -\alpha) = 0, \quad u_1^-(x, 0) = \tau(x), \quad 0 < x < 1, \tag{9}$$

$$u_1^-(0, y) = \varphi_1(y), \quad \int_0^1 u_1^-(x, y) dx = \varphi_2(y), \quad -\alpha < y < 0. \tag{10}$$

Методом разделения переменных получаем, что

$$u_1^+(x, y) = \sum_{k=1}^{\infty} \left(a_{1k} e^{\frac{\pi k}{\beta} x} + a_{2k} e^{-\frac{\pi k}{\beta} x} \right) \cdot \sin \frac{\pi k}{\beta} y. \tag{11}$$

Из теории рядов Фурье [13, с. 21] известно, что произвольная кусочно-непрерывная и кусочно-дифференцируемая функция разлагается в ряд Фурье. Функцию $\varphi_i(y)$, где $i=1,2$, $0 \leq y \leq \beta$, можно доопределить на отрезке $[-\beta; 0]$ нечетным образом.

В этом случае, с учетом условия 1) теоремы, каждая функция разлагается в ряд Фурье, который содержит только синусы, а именно:

$$\varphi_1(y) = \sum_{k=1}^{\infty} A_k \sin \frac{\pi k}{\beta} y, \quad \varphi_2^*(y) = \sum_{k=1}^{\infty} B_k \sin \frac{\pi k}{\beta} y,$$

где

$$A_k = \frac{2}{\beta} \int_0^{\beta} \varphi_1(y) \sin \frac{\pi k}{\beta} y dy, \quad B_k = \frac{2}{\beta} \int_0^{\beta} \varphi_2^*(y) \sin \frac{\pi k}{\beta} y dy, \quad \varphi_2^*(y) = \varphi_2''(y), \quad (12)$$

при этом ряды $\sum_{k=1}^{\infty} |A_k|$ и $\sum_{k=1}^{\infty} |B_k|$ – сходятся.

Учитывая условия (7), получаем

$$\begin{aligned} u_1^+(0, y) &= \sum_{k=1}^{\infty} [a_{1k} + a_{2k}] \sin \frac{\pi k}{\beta} y = \varphi_1(y) = \sum_{k=1}^{\infty} A_k \sin \frac{\pi k}{\beta} y, \\ u_{1x}^+(1, y) - u_{1x}^+(0, y) &= \sum_{k=1}^{\infty} \frac{\pi k}{\beta} \left[a_{1k} \left(e^{\frac{\pi k}{\beta}} - 1 \right) + a_{2k} \left(1 - e^{-\frac{\pi k}{\beta}} \right) \right] \sin \frac{\pi k}{\beta} y = \varphi_2^*(y) = \\ &= \sum_{k=1}^{\infty} B_k \sin \frac{\pi k}{\beta} y. \end{aligned}$$

Используя ортогональность системы собственных функций $\left\{ \sin \frac{\pi k}{\beta} y \right\}$, находим значения коэффициентов a_{1k} , a_{2k} :

$$a_{1k} = \frac{A_k \cdot \pi k \left(1 - e^{-\frac{\pi k}{\beta}} \right) - \beta \cdot B_k}{2\pi k \cdot \left(1 - \operatorname{ch} \frac{\pi k}{\beta} \right)}, \quad a_{2k} = \frac{\beta \cdot B_k - A_k \left(e^{\frac{\pi k}{\beta}} - 1 \right) \cdot \pi k}{2\pi k \cdot \left(1 - \operatorname{ch} \frac{\pi k}{\beta} \right)}.$$

Подставив значения a_{1k} и a_{2k} в (11), получаем

$$u_1^+(x, y) = \sum_{k=1}^{\infty} \left[A_k \frac{\operatorname{sh} \frac{\pi k}{2\beta} (2x-1)}{\operatorname{sh} \frac{\pi k}{2\beta}} - B_k \frac{\beta \cdot \operatorname{sh} \frac{\pi k}{\beta} x}{2\pi k \cdot \operatorname{sh}^2 \frac{\pi k}{2\beta}} \right] \cdot \sin \frac{\pi k}{\beta} y. \quad (13)$$

Докажем, что ряд (13) есть решение задачи (5)–(7). Используя условия 1, 2 теоремы, и проинтегрировав по частям правые части равенств из (12), нетрудно показать, что коэффициенты Фурье A_k и B_k не превосходят величины $\left(\frac{\beta}{\pi k} \right)^4 c_1$ и $\left(\frac{\beta}{\pi k} \right)^4 c_2$ соответственно, $k=1, 2, \dots$, c_1 , c_2 – произвольные постоянные.

Легко видеть, что ряд (13) мажорируется сходящимся рядом. Действительно, для всех $0 < x < 1$, $0 < y < \beta$ выполняется

$$\left| \left[A_k \frac{sh \frac{\pi k}{2\beta} (2x-1)}{sh \frac{\pi k}{2\beta}} - B_k \frac{\beta \cdot sh \frac{\pi k}{\beta} x}{2\pi k \cdot sh^2 \frac{\pi k}{2\beta}} \right] \cdot \sin \frac{\pi k}{\beta} y \right| \leq |A_k| + \left| \frac{B_k \cdot \beta \cdot sh \frac{\pi k}{\beta}}{2\pi k \cdot sh^2 \frac{\pi k}{2\beta}} \right| \leq$$

$$\leq \left(\frac{\beta}{\pi k} \right)^4 c_1 + \left(\frac{\beta}{\pi k} \right)^5 c_2 \left| ctg \frac{\pi k}{2\beta} \right| \leq \left(\frac{\beta}{\pi k} \right)^4 c_1 + \left(\frac{\beta}{\pi k} \right)^5 c_2 \left| cth \frac{\pi}{2\beta} \right| \leq \frac{\bar{c}_1}{k^4} + \frac{\bar{c}_2}{k^4} = \frac{\bar{c}}{k^4},$$

где $\bar{c} = \bar{c}_1 + \bar{c}_2$, $\bar{c}_1 = \left(\frac{\beta}{\pi} \right)^4 c_1$, $\bar{c}_2 = \left(\frac{\beta}{\pi} \right)^5 cth \frac{\pi}{2\beta}$.

Так как мажорирующий ряд является числовым и он сходится, то ряд (13) сходится равномерно относительно x и y .

Покажем теперь, что ряды, полученные дифференцированием до 2-го порядка ряда (13) по переменным x и y , также сходятся. Для $u_{1x}^+(x, y)$ имеем:

$$\left| \left[A_k \frac{\pi k \cdot ch \frac{\pi k}{2\beta} (2x-1)}{\beta \cdot sh \frac{\pi k}{2\beta}} - B_k \frac{ch \frac{\pi k}{\beta} x}{2\beta \cdot sh^2 \frac{\pi k}{2\beta}} \right] \cdot \sin \frac{\pi k}{\beta} y \right| \leq \left| \frac{A_k \cdot \pi k ch \frac{\pi k}{2\beta} (2x-1)}{\beta \cdot sh \frac{\pi k}{2\beta}} \right| + \left| \frac{B_k \cdot ch \frac{\pi k}{\beta} x}{2 \cdot sh^2 \frac{\pi k}{2\beta}} \right| \leq$$

$$\leq \left(\frac{\beta}{\pi k} \right)^3 c_1 \cdot cth \frac{\pi}{2\beta} + \left(\frac{\beta}{\pi k} \right)^4 c_2 \left| \frac{ch \frac{\pi k}{\beta}}{2sh^2 \frac{\pi k}{2\beta}} \right| = \left(\frac{\beta}{\pi k} \right)^3 c_1 cth \frac{\pi}{2\beta} + \left(\frac{\beta}{\pi k} \right)^4 c_2 \frac{ch \frac{\pi k}{\beta}}{ch \frac{\pi k}{\beta} - 1} \leq$$

$$\leq \left(\frac{\beta}{\pi k} \right)^3 c_1 cth \frac{\pi}{2\beta} + \left(\frac{\beta}{\pi k} \right)^4 c_2 \left(\frac{e^{\frac{2\pi}{\beta}} + 1}{e^{\frac{2\pi}{\beta}} - 2e^{\frac{\pi}{\beta}} + 1} \right) \leq \frac{\bar{c}_1}{\kappa^3} + \frac{\bar{c}_2}{\kappa^3} = \frac{\bar{c}}{\kappa^3},$$

где $\bar{c} = \bar{c}_1 + \bar{c}_2$, $\bar{c}_1 = \left(\frac{\beta}{\pi} \right)^3 cth \frac{\pi}{2\beta} c_1$, $\bar{c}_2 = \left(\frac{\beta}{\pi} \right)^4 M c_2$, $M = \left(e^{\frac{2\pi}{\beta}} + 1 \right) / \left(e^{\frac{2\pi}{\beta}} - 2e^{\frac{\pi}{\beta}} + 1 \right)$.

Для $u_{1y}^+(x, y)$ имеем:

$$\left| \left[A_k \frac{\pi k \cdot sh \frac{\pi k}{\beta} (2x-1)}{\beta \cdot sh \frac{\pi k}{2\beta}} - B_k \frac{sh \frac{\pi k}{\beta} x}{2 \cdot sh^2 \frac{\pi k}{2\beta}} \right] \cdot \cos \frac{\pi k}{\beta} y \right| \leq \left| \frac{A_k \cdot \pi k \cdot sh \frac{\pi k}{\beta}}{\beta \cdot sh \frac{\pi k}{2\beta}} \right| + \left| \frac{B_k \cdot sh \frac{\pi k}{\beta}}{2sh^2 \frac{\pi k}{2\beta}} \right| \leq$$

$$\leq \left(\frac{\beta}{\pi k} \right)^3 c_1 + \left(\frac{\beta}{\pi k} \right)^4 c_2 \cdot \left| \frac{sh \frac{\pi k}{\beta}}{2sh^2 \frac{\pi k}{2\beta}} \right| = \left(\frac{\beta}{\pi k} \right)^3 c_1 + \left(\frac{\beta}{\pi k} \right)^4 c_2 cth \frac{\pi k}{2\beta} \leq \frac{\tilde{c}_1}{k^3} + \frac{\tilde{c}_2}{k^3} = \frac{\tilde{c}}{k^3},$$

где $\tilde{c} = \tilde{c}_1 + \tilde{c}_2$, $\tilde{c}_1 = \left(\frac{\beta}{\pi} \right)^3 c_1$, $\tilde{c}_2 = \left(\frac{\beta}{\pi} \right)^4 cth \frac{\pi}{2\beta} c_2$.

Для $u_{1xx}^+(x, y)$ имеем:

$$\left| \left[A_k \frac{(\pi k)^2 sh \frac{\pi k}{2\beta} (2x-1)}{\beta^2 \cdot sh \frac{\pi k}{2\beta}} - B_k \frac{\pi k \cdot sh \frac{\pi k}{\beta} x}{2\beta \cdot sh^2 \frac{\pi k}{2\beta}} \right] \cdot \sin \frac{\pi k}{\beta} y \right| \leq$$

$$\leq \left(\frac{\beta}{\pi k} \right)^2 c_1 + \left(\frac{\beta}{\pi k} \right)^3 c_2 \cdot \left| \frac{sh \frac{\pi k}{\beta}}{2 sh^2 \frac{\pi k}{2\beta}} \right| \leq \left(\frac{\beta}{\pi k} \right)^2 c_1 + \left(\frac{\beta}{\pi k} \right)^3 c_2 \left| cth \frac{\pi k}{\beta} \right| \leq \frac{\tilde{c}}{k^2},$$

где $\tilde{c} = \left(\frac{\beta}{\pi} \right)^2 c_1 + \left(\frac{\beta}{\pi} \right)^3 c_2 cth \frac{\pi}{2\beta}$.

Для $u_{1yy}^+(x, y)$ имеем:

$$\left| \left[A_k \frac{(\pi k)^2 \cdot sh \frac{\pi k}{2\beta} (2x-1)}{\beta^2 \cdot sh \frac{\pi k}{2\beta}} - B_k \frac{(\pi k) \cdot sh \frac{\pi k}{\beta} \cdot x}{2\beta \cdot sh^2 \frac{\pi k}{2\beta}} \right] \cdot \left(-\sin \frac{\pi k}{\beta} y \right) \right| \leq \left(\frac{\beta}{\pi k} \right)^2 + \left(\frac{\beta}{\pi k} \right)^3 \left| cth \frac{\pi k}{2\beta} \right| \leq \frac{\tilde{c}}{k^2}.$$

Решая задачу (8)–(10) методом разделения переменных, получим

$$u_1^-(x, y) = \sum_{k=1}^{\infty} \left(c_{1k} \sin \frac{\pi k}{\alpha} x + c_{2k} \cos \frac{\pi k}{\alpha} x \right) \cdot \sin \frac{\pi k}{\alpha} y. \quad (14)$$

Функции $\varphi_1(y)$ и $\varphi_2(y)$ при $-\alpha \leq y \leq 0$ можно доопределить на отрезке $[0, \alpha]$ нечетным образом. В этом случае каждая функция разлагается в ряд Фурье, которые содержат только синусы

$$\varphi_1(y) = \sum_{k=1}^{\infty} a_k \cdot \sin \frac{\pi k}{\alpha} y, \quad \varphi_2(y) = \sum_{k=1}^{\infty} b_k \cdot \sin \frac{\pi k}{\alpha} y,$$

где $a_k = -\frac{2}{\alpha} \int_{-\alpha}^0 \varphi_1(y) \cdot \sin \frac{\pi k}{\alpha} y dy$, $b_k = -\frac{2}{\alpha} \int_{-\alpha}^0 \varphi_2^*(y) \cdot \sin \frac{\pi k}{\alpha} y dy$, $\varphi_2^*(y) = \varphi_2''$. (15)

При этом ряды $\sum_{k=1}^{\infty} |a_k|$ и $\sum_{k=1}^{\infty} |b_k|$ – сходятся. Учитывая условия (10), имеем

$$u_1^-(0, y) = \sum_{k=1}^{\infty} c_{2k} \cdot \sin \frac{\pi k}{\alpha} y = \varphi_1(y) = \sum_{k=1}^{\infty} a_k \cdot \sin \frac{\pi k}{\alpha} y,$$

$$u_{1x}^-(1, y) - u_{1x}^-(0, y) = \sum_{k=1}^{\infty} \left[c_{1k} \left(\cos \frac{\pi k}{\alpha} - 1 \right) - c_{2k} \sin \frac{\pi k}{\alpha} \right] \cdot \frac{\pi k}{\alpha} \cdot \sin \frac{\pi k}{\alpha} y = \varphi_2^*(y) = \sum_{k=1}^{\infty} b_k \cdot \sin \frac{\pi k}{\alpha} y.$$

В силу ортогональности системы собственных функции $\left\{ \sin \frac{\pi k}{\alpha} y \right\}$ находим:

$$c_{1k} = \left[\frac{b_k \cdot \alpha}{\pi k} + a_k \cdot \sin \frac{\pi k}{\alpha} \right] / \left(\cos \frac{\pi k}{\alpha} - 1 \right), \quad c_{2k} = a_k.$$

Подставляя значения c_{1k} и c_{2k} в (14), получим

$$u_1^-(x, y) = \sum_{k=1}^{\infty} \left[a_k \frac{\sin \frac{\pi k}{2\alpha} (2x-1)}{\sin \frac{\pi k}{2\alpha}} + b_k \frac{\alpha \cdot \sin \frac{\pi k}{\alpha} x}{2\pi k \cdot \sin^2 \frac{\pi k}{2\alpha}} \right] \cdot \sin \frac{\pi k}{\alpha} y. \quad (16)$$

Учитывая условия 1–3 теоремы, интегрируя равенства (15) по частям, имеем

$$|a_k| = \frac{2}{\alpha} \cdot \left(\frac{\alpha}{\pi k} \right)^4 \cdot \int_{-\alpha}^0 \varphi_1^{(4)}(y) \cdot \sin \frac{\pi k}{\alpha} y dy \leq c_3 \left(\frac{\alpha}{\pi k} \right)^4 \left| \cos \frac{\pi k}{\alpha} \right| \leq c_3 \left(\frac{\alpha}{\pi k} \right)^4 = \frac{\overline{c_3}}{k^4}, \quad k \rightarrow \infty,$$

где $\overline{c_3} = \left(\frac{\alpha}{\pi} \right)^4 c_3$, $c_3 = \text{const} > 0$, следовательно, $|a_k| \leq \frac{\overline{c_3}}{k^4}$.

Аналогично получаем,

$$|b_k| = \frac{2}{\alpha} \cdot \left(\frac{\alpha}{\pi k} \right)^4 \cdot \int_{-\alpha}^0 \varphi_2^{(4)}(y) \cdot \sin \frac{\pi k}{\alpha} y dy \leq c_4 \left(\frac{\alpha}{\pi k} \right)^4 \left| \cos \frac{\pi k}{\alpha} \right| \leq c_4 \left(\frac{\alpha}{\pi k} \right)^4 = \frac{\overline{c_4}}{k^4}, \quad k \rightarrow \infty,$$

где $\overline{c_4} = \left(\frac{\alpha}{\pi} \right)^4 c_4$, $c_4 = \text{const} > 0$, следовательно, $|b_k| \leq \frac{\overline{c_4}}{k^4}$.

Ряд (16), таким образом, мажорируется сходящимся рядом. Для общего члена этого ряда, при всех $0 < x < 1$, $-\alpha < y < 0$, выполняется неравенство

$$\begin{aligned} \left| \left[a_k \frac{\sin \frac{\pi k}{2\alpha} (2x-1)}{\sin \frac{\pi k}{2\alpha}} + b_k \frac{\alpha \cdot \sin \frac{\pi k}{\alpha} x}{2\pi k \cdot \sin^2 \frac{\pi k}{2\alpha}} \right] \cdot \sin \frac{\pi k}{\alpha} y \right| &\leq \left| a_k \frac{\sin \frac{\pi k}{2\alpha} (2x-1)}{\sin \frac{\pi k}{2\alpha}} \right| + \left| b_k \frac{\alpha \cdot \sin \frac{\pi k}{\alpha} x}{2\pi k \cdot \sin^2 \frac{\pi k}{2\alpha}} \right| \leq \\ &\leq |a_k| + \left| b_k \frac{\alpha \cdot \sin \frac{\pi k}{\alpha} x}{2\pi k \cdot \sin^2 \frac{\pi k}{2\alpha}} \right| \leq \left(\frac{\alpha}{\pi k} \right)^4 c_3 + \left(\frac{\alpha}{\pi k} \right)^5 c_4 \cdot \left| \frac{\sin \frac{\pi k}{\alpha} x}{2 \sin^2 \frac{\pi k}{2\alpha}} \right| = \left(\frac{\alpha}{\pi k} \right)^4 c_3 + \left(\frac{\alpha}{\pi k} \right)^5 c_4 \left| \operatorname{ctg} \frac{\pi k}{2\alpha} \right| \leq \frac{N}{k^4}, \end{aligned}$$

где $N = \left(\frac{\alpha}{\pi} \right)^4 c_3 + \left(\frac{\alpha}{\pi} \right)^5 c_4 \left| \operatorname{ctg} \frac{\pi k}{2\alpha} \right|$.

Так как мажорирующий ряд является числовым и он сходится, то ряд (16) сходится равномерно относительно x и y .

Покажем, что ряды, полученные дифференцированием до 2-го порядка ряда (13) по переменным x и y , также сходятся.

Для $u_{1x}^-(x, y)$ имеем:

$$\begin{aligned}
 & \left| \left[a_k \frac{\pi k \cdot \cos \frac{\pi k}{2\alpha} (2x-1)}{\alpha \cdot \sin \frac{\pi k}{2\alpha}} + b_k \frac{\cos \frac{\pi k}{\alpha} x}{2 \sin^2 \frac{\pi k}{2\alpha}} \right] \cdot \sin \frac{\pi k}{\alpha} y \right| \leq \\
 & \leq \left| a_k \frac{\pi k \cdot \cos \frac{\pi k}{2\alpha} (2x-1)}{\alpha \cdot \sin^2 \frac{\pi k}{2\alpha}} \right| + \left| b_k \frac{\cos \frac{\pi k}{\alpha} x}{2 \sin^2 \frac{\pi k}{2\alpha}} \right| \leq \frac{c_3}{\left(\frac{\pi k}{\alpha} \right)^3} \cdot \left| \frac{\cos \frac{\pi k}{2\alpha}}{\sin \frac{\pi k}{2\alpha}} \right| + \frac{c_4}{\left(\frac{\pi k}{\alpha} \right)^4} \cdot \left| \frac{\cos \frac{\pi k}{\alpha}}{2 \sin^2 \frac{\pi k}{2\alpha}} \right| = \\
 & = c_3 \left(\frac{\alpha}{\pi k} \right)^3 \cdot \left| \frac{\cos \frac{\pi k}{2\alpha}}{\sin \frac{\pi k}{2\alpha}} \right| + c_4 \left(\frac{\alpha}{\pi k} \right)^4 \cdot \left| \frac{\cos \frac{\pi k}{\alpha}}{2 \sin^2 \frac{\pi k}{2\alpha}} \right| \leq \frac{\overline{c_3}}{k^3}, \\
 & \text{где } \overline{c_3} = \left(\frac{\alpha}{\pi} \right)^3 \left| \operatorname{ctg} \frac{\pi k}{2\alpha} \right| + \left(\frac{\alpha}{\pi} \right)^4 c_4 \left| \frac{\cos \frac{\pi k}{\alpha}}{2 \sin^2 \frac{\pi k}{2\alpha}} \right|.
 \end{aligned}$$

Для $u_{1y}^-(x, y)$ имеем:

$$\begin{aligned}
 & \left| \left[a_k \frac{\pi k \cdot \sin \frac{\pi k}{2\alpha} (2x-1)}{\alpha \cdot \sin \frac{\pi k}{2\alpha}} + b_k \frac{\sin \frac{\pi k}{\alpha} x}{2 \cdot \sin^2 \frac{\pi k}{2\alpha}} \right] \cdot \cos \frac{\pi k}{\alpha} y \right| \leq \\
 & \leq \left| a_k \frac{\pi k}{\alpha} \cdot \frac{\sin^2 \frac{\pi k}{2\alpha}}{\sin^2 \frac{\pi k}{2\alpha}} \right| + \left| b_k \frac{\sin \frac{\pi k}{\alpha}}{2 \sin^2 \frac{\pi k}{2\alpha}} \right| \leq \frac{c_3}{\left(\frac{\pi k}{\alpha} \right)^3} + \frac{c_4}{\left(\frac{\pi k}{\alpha} \right)^4} \cdot \left| \operatorname{ctg} \frac{\pi k}{2\alpha} \right| = \left(\frac{\alpha}{\pi k} \right)^3 c_3 + \left(\frac{\alpha}{\pi k} \right)^4 c_4 \left| \operatorname{ctg} \frac{\pi k}{2\alpha} \right| \leq \frac{\overline{c_4}}{k^3}, \\
 & \text{где } \overline{c_4} = \left(\frac{\alpha}{\pi} \right)^3 c_3 + \left(\frac{\alpha}{\pi} \right)^4 c_4 \left| \operatorname{ctg} \frac{\pi k}{2\alpha} \right|.
 \end{aligned}$$

Для $u_{1xx}^-(x, y)$ имеем:

$$\begin{aligned}
 & \left| \left[a_k \frac{\left(\frac{\pi k}{\alpha} \right)^2 \cdot \sin \frac{\pi k}{2\alpha} (2x-1)}{\sin \frac{\pi k}{2\alpha}} + b_k \frac{\frac{\pi k}{\alpha} \sin \frac{\pi k}{\alpha} x}{2 \sin^2 \frac{\pi k}{2\alpha}} \right] \cdot \sin \frac{\pi k}{\alpha} y \right| \leq \\
 & \leq \left| a_k \frac{\left(\frac{\pi k}{\alpha} \right)^2 \sin \frac{\pi k}{2\alpha}}{\sin \frac{\pi k}{2\alpha}} \right| + \left| b_k \frac{\frac{\pi k}{\alpha} \cdot \sin^2 \frac{\pi k}{2\alpha}}{2 \sin^2 \frac{\pi k}{2\alpha}} \right| \leq c_3 \cdot \left(\frac{\alpha}{\pi k} \right)^2 + c_4 \cdot \left(\frac{\alpha}{\pi k} \right)^3 \cdot \left| \operatorname{ctg} \frac{\pi k}{2\alpha} \right| \leq \frac{\overline{c_5}}{k^2}, \\
 & \text{где } \overline{c_5} = \left(\frac{\alpha}{\pi} \right)^2 c_3 + \left(\frac{\alpha}{\pi} \right)^4 c_4 \left| \operatorname{ctg} \frac{\pi k}{2\alpha} \right|.
 \end{aligned}$$

Для $u_{1yy}^-(x, y)$ имеем:

$$\left| - \left[a_k \frac{\left(\frac{\pi k}{\alpha} \right)^2 \cdot \sin \frac{\pi k}{2\alpha} (2x-1)}{\sin \frac{\pi k}{2\alpha}} + b_k \frac{\frac{\pi k}{\alpha} \cdot \sin \frac{\pi k}{\alpha} x}{2 \cdot \sin^2 \frac{\pi k}{2\alpha}} \right] \cdot \sin \frac{\pi k}{\alpha} y \right| \leq$$

$$\leq \left| a_k \left(\frac{\pi k}{\alpha} \right)^2 \right| + \left| b_k \frac{\frac{\pi k}{\alpha} \cdot \sin \frac{\pi k}{\alpha}}{2 \sin^2 \frac{\pi k}{2\alpha}} \right| \leq c_3 \cdot \left(\frac{\alpha}{\pi k} \right)^2 + c_4 \cdot \left(\frac{\alpha}{\pi k} \right)^3 \cdot \left| \operatorname{ctg} \frac{\pi k}{2\alpha} \right| \leq \frac{\overline{c_6}}{k^2},$$

где $\overline{c_6} = \left(\frac{\alpha}{\pi} \right)^2 c_3 + \left(\frac{\alpha}{\pi} \right)^3 c_4 \left| \operatorname{ctg} \frac{\pi k}{2\alpha} \right|$.

Для нахождения решения $u_2(x, y)$ введем обозначения:

$$u_2(x, y) = \begin{cases} u_2^+(x, y), & \forall (x, y) \in \Omega^+ \\ u_2^-(x, y), & \forall (x, y) \in \Omega^-, \end{cases}$$

где $u_2^+(x, y)$ – решение уравнения (5), удовлетворяющее граничным условиям:

$$u_2^+(x, \beta) = \psi_1(x), \quad u_2^+(x, 0) = \tau^+(x), \quad 0 < x < 1, \quad (17)$$

$$u_2^+(0, y) = 0, \quad \int_0^1 u_2^+(x, y) dx = 0, \quad 0 < y < \beta, \quad (18)$$

$u_2^-(x, y)$ – решение уравнения (8), удовлетворяющее граничным условиям:

$$u_2^-(x, -\alpha) = \psi_2(x), \quad u_2^-(x, 0) = \tau^-(x), \quad 0 < x < 1, \quad (19)$$

$$u_2^-(0, y) = 0, \quad \int_0^1 u_2^-(x, y) dx = 0, \quad \alpha < y < 0. \quad (20)$$

Методом разделения переменных находим решение задачи (5), (17), (18) для уравнения (5) в виде

$$u_2^+(x, y) = \sum_{k=1}^{\infty} [c_{1k} e^{2\pi k y} + c_{2k} e^{-2\pi k y}] \cdot \sin 2\pi k x. \quad (21)$$

Функции $\psi_1(x)$ и $\tau^+(x)$ при $0 \leq x \leq 1$ можно доопределить на отрезке $[-1, 0]$ нечетным образом, и они могут быть разложены в ряд Фурье по синусам. Из условия (17) получаем равенства:

$$u_2^+(x, \beta) = \sum_{k=1}^{\infty} [c_{1k} e^{2\pi k \beta} + c_{2k} e^{-2\pi k \beta}] \cdot \sin 2\pi k x = \psi_1(x) = \sum_{k=1}^{\infty} P_k \sin 2\pi k x,$$

$$u_2^+(x, 0) = \sum_{k=1}^{\infty} [c_{1k} + c_{2k}] \cdot \sin 2\pi k x = \tau^+(x) = \sum_{k=1}^{\infty} L_k \sin 2\pi k x,$$

где $P_k = 2 \int_0^1 \psi_1(x) \sin 2\pi k x dx, \quad L_k = 2 \int_0^1 \tau^+(x) \sin 2\pi k x dx - \quad (22)$

коэффициенты Фурье граничных функций $\psi_1(x)$ и $\tau^+(x)$.

Учитывая ортогональность системы собственных функций $\{\sin 2\pi kx\}$, находим:

$$\frac{P_k - L_k e^{-2\pi k\beta}}{2sh2\pi k\beta} = c_{1k}, \quad \frac{L_k e^{2\pi k\beta} - P_k}{2sh2\pi k\beta} = c_{2k}.$$

Подставляя значения c_{1k}, c_{2k} в равенство (21), будем иметь:

$$u_2^+(x, y) = \sum_{k=1}^{\infty} \left[\frac{P_k \cdot sh2\pi ky + L_k \cdot sh2\pi k(\beta - y)}{sh2\pi k\beta} \right] \cdot \sin 2\pi kx. \quad (23)$$

Покажем, что ряд (23) является решением задачи (5), (17), (18). Учитывая условия 1, 2 теоремы 2, проинтегрировав по частям формулы (22), получаем, что коэффициенты Фурье P_k, L_k не превосходят величин $d_1/(\pi k)^4$ и $d_2/(\pi k)^4$, $k = 1, 2, \dots$, d_1 и $d_2 \equiv const$ [9, с. 35].

Решение $u_2^-(x, y)$ находим методом разделения переменных, и оно имеет вид

$$u_2^-(x, y) = \sum_{k=1}^{\infty} [c_{3k} \sin 2\pi ky + c_{4k} \cos 2\pi ky] \cdot \sin 2\pi kx. \quad (24)$$

Функции $\psi_2(x)$ и $\tau^-(x)$ при $0 \leq x \leq 1$ можно доопределить на отрезке $[-1, 0]$ нечетным образом, и они могут быть разложены в ряд Фурье по синусам.

Из условий (19) получаем равенства:

$$u_2^-(x, -\alpha) = \sum_{k=1}^{\infty} [c_{4k} \cos 2\pi k\alpha - c_{3k} \sin 2\pi k\alpha] \cdot \sin 2\pi kx = \psi_2(x) = \sum_{k=1}^{\infty} M_k \cdot \sin 2\pi kx,$$

$$u_2^-(x, 0) = \sum_{k=1}^{\infty} c_{4k} \cdot \sin 2\pi kx = \tau^-(x) = \sum_{k=1}^{\infty} K_k \cdot \sin 2\pi kx,$$

$$\text{где } M_k = 2 \int_0^1 \psi_2(x) \sin 2\pi kx dx, \quad K_k = 2 \int_0^1 \tau^-(x) \sin 2\pi kx dx. \quad (25)$$

Учитывая ортогональность собственных функций $\{\sin 2\pi kx\}$, находим:

$$c_{3k} = \frac{K_k \cos 2\pi k\alpha - M_k}{\sin 2\pi k\alpha}, \quad c_{4k} = K_k.$$

Подставляя значения c_{3k}, c_{4k} в равенство (24), будем иметь:

$$u_2^-(x, y) = \sum_{k=1}^{\infty} \left[\frac{K_k \sin 2\pi k(\alpha + y) - M_k \sin 2\pi ky}{\sin 2\pi k\alpha} \right] \cdot \sin 2\pi kx. \quad (26)$$

Покажем, что ряд (26) является решением задачи (8), (19), (20). Учитывая условия 1–3 теоремы, интегрируя по частям формулы (25), получаем, что коэффициенты Фурье M_k, K_k не превосходят величины $d_3/(\pi k)^4$, $d_4/(\pi k)^4$, $k = 1, 2, \dots$, $d_3, d_4 \equiv const$ [9, с. 37].

Для всех $0 < x < 1$, $-\alpha < y < 0$, для общего члена ряда (26) выполняется

$$\left| \frac{K_k \sin 2\pi k(\alpha + y) - M_k \sin 2\pi ky}{\sin 2\pi k\alpha} \cdot \sin 2\pi kx \right| \leq (|d_3| + |d_4|) \cdot \frac{1}{(\pi k)^4} = d/(\pi k)^4,$$

где $d = d_3 + d_4$.

Для $u_{2x}^-(x, y)$:

$$\left| 2\pi k \cdot \frac{K_k \sin 2\pi k(\alpha + y) - M_k \sin 2\pi ky}{\sin 2\pi k\alpha} \cdot \cos 2\pi kx \right| \leq \frac{2(|d_3| + |d_4|)}{(\pi k)^3} = \frac{2d}{(\pi k)^3}.$$

Для $u_{2y}^-(x, y)$:

$$\left| 2\pi k \cdot \frac{K_k \cos 2\pi k(\alpha + y) - M_k \cos 2\pi ky}{\sin 2\pi k\alpha} \cdot \sin 2\pi kx \right| \leq \frac{2(|d_3| + |d_4|)}{(\pi k)^3} = \frac{2d}{(\pi k)^3}.$$

Для $u_{2xx}^-(x, y)$:

$$\left| 4(\pi k)^2 \cdot \frac{K_k \sin 2\pi k(\alpha + y) - M_k \sin 2\pi ky}{\sin 2\pi k\alpha} \cdot (-\sin 2\pi kx) \right| \leq \frac{4(|d_3| + |d_4|)}{(\pi k)^2} = \frac{4d}{(\pi k)^3}.$$

Для $u_{2xy}^-(x, y)$:

$$\left| 4(\pi k)^2 \cdot \frac{K_k \cos 2\pi k(\alpha + y) - M_k \cos 2\pi ky}{\sin 2\pi k\alpha} \cdot \cos 2\pi kx \right| \leq \frac{4(|d_3| + |d_4|)}{(\pi k)^2} = \frac{4d}{(\pi k)^2}.$$

Для $u_{2yy}^-(x, y)$:

$$\left| 4(\pi k)^2 \cdot \frac{M_k \sin 2\pi ky - K_k \sin 2\pi k(\alpha + y)}{\sin 2\pi k\alpha} \cdot \sin 2\pi kx \right| \leq \frac{4(|d_3| + |d_4|)}{(\pi k)^2} = \frac{4d}{(\pi k)^2},$$

где $d = d_4 + d_3$.

Далее, используя условия сопряжения для решений (23) и (26) и в силу (4), находим:

$$K_k = \frac{P_k \cdot \sin 2\pi k\alpha + M_k \cdot sh 2\pi k\beta}{\cos 2\pi k\alpha \cdot sh 2\pi k\beta + \sin 2\pi k\alpha \cdot ch 2\pi k\beta}, \quad L_k = K_k.$$

Складывая, соответственно равенства (13) и (23), (16) и (26), получаем решение поставленной задачи:

$$u(x, y) = \begin{cases} u^+(x, y), & y > 0, \\ u^-(x, y), & y < 0, \end{cases}$$

где

$$\begin{aligned} u^+(x, y) = & \sum_{k=1}^{\infty} \left[\left[A_k \frac{sh \frac{\pi k}{2\beta} (2x-1)}{sh \frac{\pi k}{2\beta}} - B_k \frac{\beta \cdot sh \frac{\pi k}{\beta} x}{2\pi k \cdot sh^2 \frac{\pi k}{2\beta}} \right] \cdot \sin \frac{\pi k}{\beta} y + \right. \\ & \left. + \frac{P_k \cdot sh 2\pi ky + K_k \cdot sh 2\pi k(\beta - y)}{2sh 2\pi k\beta} \cdot \sin 2\pi kx \right], \\ u^-(x, y) = & \sum_{k=1}^{\infty} \left[\left[a_k \frac{\sin \frac{\pi k}{2\alpha} (2x-1)}{\sin \frac{\pi k}{2\alpha}} + b_k \frac{\alpha \cdot \sin \frac{\pi k}{\alpha} x}{2\pi k \cdot \sin^2 \frac{\pi k}{2\alpha}} \right] \cdot \sin \frac{\pi k}{\alpha} y + \right. \\ & \left. + \frac{K_k \sin 2\pi k(\alpha + y) - M_k \sin 2\pi ky}{\sin 2\pi k\alpha} \cdot \sin 2\pi kx \right]. \end{aligned}$$

Библиографический список

1. Вахания Н.Н. О задаче Дирихле для уравнения колебания струны // Сообщ. АН Груз. ССР. – 1958. – Т. XXI. – № 2. – С. 131–138.
2. Cannon J.R. Dirichlet problem for an equation of mixed type with a discontinuous coefficient // Ann. Math pura ad appl. – 1963. – V. 62. – P. 371–377.
3. Нахушев А.М. Критерий единственности задачи Дирихле для уравнения смешанного типа в цилиндрической области // Дифференц. уравнения. – 1970. – Т.6. – № 1. – С.190–191.
4. Солдатов А.П. Задачи типа Дирихле для уравнения Лаврентьева – Бицадзе // Дифференц. уравнения. – 1994. – Т.30. – №11. – С. 2001–2009.
5. Сабитов К.Б. Критерий единственности задачи Дирихле для вырождающегося гиперболического уравнения // International Conference «Tikhonov and Contemporary Mathematics» - Moscow, June 19–25, 2006. – Section № 1. – P. 223–224.
6. Сабитов К. Б. Задача Дирихле для уравнений смешанного типа в прямоугольной области // ДАН РАН. – 2007. – Т. 413, № 1. – С. 23–26.
7. Сабитов К.Б. Критерий единственности решения нелокальной задачи для вырождающегося уравнения смешанного типа в прямоугольной области // Дифференц. уравнения. – 2010. – Т. 46. – № 8. – С. 1205–1208.
8. Сабитов К.Б. Краевая задача для уравнения параболо – гиперболического типа с нелокальным интегральным условием // Дифференц. уравнения. – 2010. – Т. 16 – № 10. – С. 1468–1478.
9. Сохадзе Р.И. Первая краевая задача для уравнения смешанного типа с весовыми условиями склеивания вдоль линии параболического вырождения // Дифференц. уравнения. – 1981. – Т. 17, № 1. – С. 150–156.
10. Демина Т.И. Краевые задачи для уравнений смешанного и гиперболического типа в прямоугольных и цилиндрических областях: автореф. дис... канд. физ.-мат. наук. – Нальчик, 2006. – 22 с.
11. Сабитова Ю.К. Краевые задачи с нелокальным условием для уравнений смешанного типа в прямоугольной области: автореф. дис... канд. физ.-мат. наук. – Стерлитамак, 2007. – 22 с.
12. Хачев М.М.. Первая краевая задача для линейных уравнений смешанного типа. – Нальчик, 1998. – 168 с.
13. Нахушев А.М. Уравнения математической биологии. – М.: Высшая школа, 1995. – 301 с.
14. Толстов Г.П. Ряды Фурье. – М.–Л.: Изд. технико-теоретической литературы, 1980. – 384 с.

Eleev V.A., Guchaeva Z.H. *The nonlocal boundary problem for equation of Lavrentiev – Bicadze in area definition*

For model equation of mixed type in area definition to assigned and investigated the boundary problem with nonlocal integral condition. Support statement about existence of unique solution of assigned problem by Furie's method.

Keywords: the equation of Lavrentiev – Bicadze, the uniqueness of solution, auxiliary function, fullness of the system, existence of the solution, the Furie's method.

**КРАЕВЫЕ ЗАДАЧИ ДЛЯ УРАВНЕНИЯ СМЕШАННОГО ТИПА
ТРЕТЬЕГО ПОРЯДКА С ОПЕРАТОРОМ ГЕЛЛЕРСТЕДТА
В ГИПЕРБОЛИЧЕСКОЙ ЧАСТИ**

Ж.А. Балкизов

В данной работе доказываются существование и единственность решения краевых задач для уравнения смешанного типа третьего порядка с кратными характеристиками. Единственность решения задач устанавливается методом интегралов энергии, а существование – методом эквивалентной редукции к интегральному уравнению Фредгольма второго рода.

Ключевые слова: функция Грина, локальная и нелокальная задачи, задача Коши.

Рассматривается уравнение

$$0 = \begin{cases} u_{xxx} - u_y + \sum_{i=0}^2 a_i(x, y) \frac{\partial^i u}{\partial x^i}, & y > 0, \\ |y|^m u_{xx} - u_{yy}, \quad m = \text{const} > 0, & y < 0, \end{cases} \quad (1)$$

в конечной односвязной области Ω , ограниченной при $y > 0$ отрезками AA_0 , A_0B_0 , B_0B прямых $x=0$, $y=h$, $x=1$, соответственно, и двумя характеристиками $AC: x - \frac{2}{m+2}(-y)^{(m+2)/2} = 0$ и $BC: x + \frac{2}{m+2}(-y)^{(m+2)/2} = 1$ уравнения (1) при $y < 0$, выходящими из точек $A(0,0)$ и $B(1,0)$, соответственно. Обозначим $\Omega^+ = \Omega \cap \{y > 0\}$, $\Omega^- = \Omega \cap \{y < 0\}$, $J = \{x: 0 < x < 1\}$ – интервал прямой $y=0$. Предполагается, что коэффициенты уравнения (1) $a_0(x, y) \in C(\overline{\Omega}^+)$, $a_1(x, y) \in C^1(\overline{\Omega}^+)$, $a_2(x, y) \in C^2(\overline{\Omega}^+)$.

Нелокальные краевые задачи, когда в области гиперболичности уравнения (1) задается условие, связывающее с помощью дробных производных значение искомого решения в трех точках, две из которых лежат на граничных характеристиках из разных семейств, а третья на линии изменения типа, исследовались в работах [1–5].

Нелокальные краевые задачи для уравнения (1), когда на границе области Ω^+ задаются условия типа условий Франкля, а на границе гиперболичности задаются условия со смещением, исследовались в работах [6–8].

Локальные и нелокальные краевые задачи для уравнения (1) при $m=1$ были изучены в работе [9].

В настоящей работе предлагаются и изучаются некоторые локальные и нелокальные краевые задачи типа задачи Франкля для уравнения (1).

Определение 1. Под регулярным решением уравнения (1) в области Ω будем понимать решение, непрерывное в замыкании $\overline{\Omega}$, у которого помимо существования в Ω производных, фигурирующих в этом уравнении, первая производная по x непрерывна в $\Omega^+ \cup AA_0$.

Задача 1. Найти регулярное в области Ω решение $u = u(x, y)$ уравнения (1), непрерывное в $\overline{\Omega}$ и удовлетворяющее краевым условиям:

$$u(0, y) = \varphi_1(y), u(1, y) = \varphi_2(y), u_x(0, y) = \varphi_3(y), \quad 0 \leq y \leq h, \quad (2)$$

$$u|_{AC} = \psi(x), \quad 0 \leq x \leq 1/2. \quad (3)$$

Определение 2. Под регулярным решением уравнения (1) в области Ω будем понимать решение, непрерывное в замыкании $\overline{\Omega}$, у которого помимо существования в Ω производных, фигурирующих в этом уравнении, первая производная по x непрерывна в $\Omega^+ \cup (AA_0 \cup BB_0)$.

Задача 2. Найти регулярное в области Ω решение $u = u(x, y)$ уравнения (1), непрерывное в $\overline{\Omega}$ и удовлетворяющее краевым условиям:

$$u(0, y) = \varphi_1(y), u(1, y) = \varphi_2(y), u_x(0, y) - u_x(1, y) = \varphi_3(y), \quad 0 \leq y \leq h, \quad (4)$$

$$u|_{AC} = \psi(x), \quad 0 \leq x \leq 1/2. \quad (5)$$

В задачах 1–2 предполагается, что $\varphi_1(y)$, $\varphi_2(y)$, $\varphi_3(y)$ – заданные непрерывные функции, а $\psi(x)$ – дважды непрерывно дифференцируемая заданная функция.

Теорема 1. Пусть коэффициенты уравнения (1) удовлетворяют следующим условиям:

$$a_2(x, y) \geq 0, \quad a_2''(x, 0) - a_1'(x, 0) + 2a_0(x, 0) < 0, \quad \forall (x, y) \in \Omega^+.$$

Тогда существует единственное решение задачи 1.

Доказательство. Пусть, как и принято $u(x, 0) = \tau(x)$, $u_y(x, 0) = \nu(x)$. Докажем сначала, что интеграл вида

$$I^* = \int_0^1 \tau(x) \nu(x) dx \quad (6)$$

не может быть отрицательным в области Ω^- .

Регулярное решение задачи Коши для уравнения (1) в области Ω^- представимо в виде [10, с. 265]

$$\begin{aligned} u(x, y) = & \frac{\Gamma(2\beta)}{\Gamma^2(\beta)} \int_0^1 \tau \left[x + \frac{2}{m+2} (-y)^{(m+2)/2} (2t-1) \right] t^{\beta-1} (1-t)^{\beta-1} dt + \\ & + \frac{\Gamma(2-2\beta)}{\Gamma^2(1-\beta)} y \int_0^1 \nu \left[x + \frac{2}{m+2} (-y)^{(m+2)/2} (2t-1) \right] t^{-\beta} (1-t)^{-\beta} dt, \end{aligned} \quad (7)$$

где $\beta = \frac{m}{2(m+2)} > 0$.

Удовлетворяя (7) краевому условию (3), получим

$$\begin{aligned} u|_{AC} = & u \left(x, - \left(\frac{m+2}{2} x \right)^{2/(m+2)} \right) = \gamma_1 \int_0^1 \tau [x + x(2t-1)] [t(1-t)]^{\beta-1} dt + \\ & + \gamma_2 \left[- \left(\frac{m+2}{2} x \right)^{2/(m+2)} \right] \int_0^1 \nu [x + x(2t-1)] [t(1-t)]^{-\beta} dt = \psi(x), \end{aligned}$$

или

$$\gamma_1 \int_0^1 \tau[2xt] [t(1-t)]^{\beta-1} dt - \gamma_2 \left(\frac{m+2}{2} x \right)^{2/(m+2)} \int_0^1 v[2xt] [t(1-t)]^{-\beta} dt = \psi(x), \quad (8)$$

где $\gamma_1 = \Gamma(2\beta)/\Gamma^2(\beta)$, $\gamma_2 = \Gamma(2-2\beta)/\Gamma^2(1-\beta)$.

В равенстве (8) сделаем подстановку $2xt = z$. Будем иметь

$$\gamma_1 \int_0^{2x} \tau[z] \left[\frac{z}{2x} \left(1 - \frac{z}{2x} \right) \right]^{\beta-1} \frac{dz}{2x} - \gamma_2 \left(\frac{m+2}{2} x \right)^{2/(m+2)} \int_0^{2x} v[z] \left[\frac{z}{2x} \left(1 - \frac{z}{2x} \right) \right]^{-\beta} \frac{dz}{2x} = \psi(x).$$

Заменим в последнем равенстве x на $\frac{x}{2}$. Тогда получим

$$\gamma_1 \int_0^x \tau[z] \left[\frac{z}{x} \left(1 - \frac{z}{x} \right) \right]^{\beta-1} \frac{dz}{x} - \gamma_2 \left(\frac{m+2}{4} x \right)^{2/(m+2)} \int_0^x v[z] \left[\frac{z}{x} \left(1 - \frac{z}{x} \right) \right]^{-\beta} \frac{dz}{x} = \psi\left(\frac{x}{2}\right). \quad (9)$$

После некоторых упрощений равенство (9) переписывается в виде

$$\int_0^x \frac{z^{\beta-1} \tau[z] dz}{(x-z)^{1-\beta}} = \psi_1(x) + \gamma_3 x^{-2/(m+2)} \int_0^x \frac{z^{-\beta} v[z] dz}{(x-z)^{\beta}}, \quad (10)$$

где $\gamma_3 = \gamma_2 \left(\frac{m+2}{4} \right)^{2/(m+2)} / \gamma_1$, $\psi_1(x) = \psi\left(\frac{x}{2}\right) x^{2\beta-1} / \gamma_1$.

Обращая (10), как обобщенное интегральное уравнение Абеля относительно $\tau(x)x^{\beta-1}$, получим

$$\tau(x)x^{\beta-1} = \gamma_4 \frac{d}{dx} \left(\int_0^x \frac{\psi_1(t) dt}{(x-t)^{\beta}} \right) + \gamma_5 \frac{d}{dx} \left(\int_0^x t^{-2/(m+2)} (x-t)^{-\beta} dt \int_0^t v[z] [z(t-z)]^{-\beta} dz \right), \quad (11)$$

где $\gamma_4 = \frac{\sin[(1-\beta)\pi]}{\pi}$, $\gamma_5 = \frac{\gamma_3 \sin[(1-\beta)\pi]}{\pi}$.

Упростим выражение (11). Для этого рассмотрим интеграл

$$\bar{I} = \gamma_5 \frac{d}{dx} \left[\int_0^x t^{-2/(m+2)} (x-t)^{-\beta} dt \int_0^t v[z] [z(t-z)]^{-\beta} dz \right]. \quad (12)$$

Поменяв порядок интегрирования из (12) будем иметь

$$\bar{I} = \gamma_5 \frac{d}{dx} \left[\int_0^x v(z) z^{-\beta} dz \int_z^x t^{-2/(m+2)} (x-t)^{-\beta} (t-z)^{-\beta} dt \right].$$

Во внутреннем интеграле сделаем замену переменной интегрирования $t = z + y(x-z)$. Тогда получим

$$\bar{I} = \gamma_5 \frac{d}{dx} \left[\int_0^x v(z) z^{-\beta} dz \int_0^1 [z + y(x-z)]^{2\beta-1} (x-z)^{-\beta} (1-y)^{-\beta} (x-z)^{-\beta} y^{-\beta} (x-z) dy \right],$$

или

$$\bar{I} = \gamma_5 \frac{d}{dx} \left[\int_0^x v(z) z^{\beta-1} (x-z)^{1-2\beta} dz \int_0^1 \left[1 - y \frac{z-x}{z} \right]^{2\beta-1} (1-y)^{-\beta} y^{-\beta} dy \right].$$

Пользуясь определением гипергеометрической функции Гаусса [11, с. 72]

$$F(\bar{\alpha}, \bar{\beta}, \bar{\gamma}; t) = \frac{\Gamma(\bar{\gamma})}{\Gamma(\bar{\beta})\Gamma(\bar{\gamma}-\bar{\beta})} \int_0^1 y^{\bar{\beta}-1} (1-y)^{\bar{\gamma}-\bar{\beta}-1} (1-ty)^{-\bar{\alpha}} dy,$$

получим, что

$$\int_0^1 \left[1 - y \frac{(z-x)}{z} \right]^{2\beta-1} (1-y)^{-\beta} y^{-\beta} dy = \frac{\Gamma^2[1-\beta]}{\Gamma[2-2\beta]} F\left(1-2\beta, 1-\beta, 2-2\beta; \frac{z-x}{z}\right).$$

Тогда

$$\bar{I} = \gamma_6 \frac{d}{dx} \left[\int_0^x v(t) t^{\beta-1} (x-t)^{1-2\beta} F\left(\frac{2}{m+2}, 1-\beta, 2-2\beta; \frac{t-x}{t}\right) dt \right],$$

где $\gamma_6 = \frac{\Gamma^2(1-\beta) \gamma_5}{\Gamma(2-2\beta)}$.

Принимая во внимание свойство гипергеометрической функции [11, с. 76]

$$F(\bar{\alpha}, \bar{\beta}, \bar{\gamma}; z) = (1-z)^{-\bar{\alpha}} F\left(\bar{\alpha}, \bar{\gamma}-\bar{\beta}, \bar{\gamma}; \frac{z}{z-1}\right), \quad |\arg(1-z)| < \pi,$$

последнее выражение переписывается в следующей форме

$$\begin{aligned} \bar{I} &= \gamma_6 \frac{d}{dx} \left[\int_0^x v(t) t^{\beta-1} (x-t)^{1-2\beta} \left(\frac{x}{t}\right)^{2\beta-1} F\left(1-2\beta, 1-\beta, 2-2\beta; \frac{x-t}{x}\right) dt \right] = \\ &= \gamma_6 \frac{d}{dx} \left[\int_0^x v(t) t^{-\beta} \frac{(x-t)^{1-2\beta}}{x^{1-2\beta}} F\left(1-2\beta, 1-\beta, 2-2\beta; \frac{x-t}{x}\right) dt \right]. \end{aligned}$$

С учетом того, что $2/(m+2) > 0$ подынтегральная функция равна 0 при $t = x$. Поэтому

$$\bar{I} = \gamma_6 \int_0^x v(t) t^{-\beta} \frac{d}{dx} \left[\left(\frac{x-t}{x}\right)^{1-2\beta} F\left(1-2\beta, 1-\beta, 2-2\beta; \frac{x-t}{x}\right) \right] dt.$$

Пользуясь соотношениями [11, с. 71, 72]

$$\frac{d}{dz} [z^{\bar{\alpha}} F(\bar{\alpha}, \bar{\beta}, \bar{\gamma}; z)] = \bar{\alpha} z^{\bar{\alpha}-1} F(\bar{\alpha}+1, \bar{\beta}, \bar{\gamma}; z) z'_x,$$

$$F(\bar{\alpha}, \bar{\beta}, \bar{\alpha}; z) = (1-z)^{-\bar{\beta}}, \quad |\arg(1-z)| < \pi$$

для гипергеометрической функции, будем иметь

$$\begin{aligned} \bar{I} &= (1-2\beta) \gamma_6 \int_0^x v(t) t^{-\beta} \left(\frac{x-t}{x}\right)^{-2\beta} F\left(2-2\beta, 1-\beta, 2-2\beta; \frac{x-t}{x}\right) \frac{t}{x^2} dt = \\ &= (1-2\beta) \gamma_6 \int_0^x v(t) t^{-\beta} \left(\frac{x-t}{x}\right)^{-2\beta} \left(\frac{t}{x}\right)^{\beta-1} \frac{t}{x^2} dt. \end{aligned}$$

Откуда

$$\bar{I} = (1 - 2\beta)\gamma_6 x^{\beta-1} \int_0^x \frac{v(t)dt}{(x-t)^{2\beta}}. \quad (13)$$

Возвращаясь к соотношению (11) и учитывая (13), будем иметь

$$\tau(x) = \frac{\gamma_4}{x^{1-\beta}} \frac{d}{dx} \left(\int_0^x \frac{\psi_1(t)dt}{(x-t)^\beta} \right) + (1 - 2\beta)\gamma_6 \int_0^x \frac{v(t)dt}{(x-t)^{2\beta}}. \quad (14)$$

Выражение (14) есть функциональное соотношение между $\tau(x)$ и $v(x)$, принесенное из гиперболической части Ω^- области Ω на линию $y = 0$.

Обращая (14) относительно $v(x)$ как интегральное уравнение Абеля, получим

$$v(x) = \gamma_7 \frac{d}{dx} \left(\int_0^x \frac{\tau(t)dt}{(x-t)^{1-2\beta}} \right) - \gamma_8 \frac{d}{dx} \left[\int_0^x \frac{t^{\beta-1}}{(x-t)^{1-2\beta}} \frac{d}{dt} \left(\int_0^t \frac{\psi_1(s)ds}{(t-s)^\beta} \right) dt \right], \quad (15)$$

$$\text{где } \gamma_7 = \frac{(m+2)\sin[2\beta\pi]}{2\gamma_6\pi}, \quad \gamma_8 = \frac{(m+2)\sin[2\beta\pi]\gamma_4}{2\gamma_6\pi}.$$

Рассматривая однородную задачу, соответствующую задаче (1)–(3), подставим значение $\tau(x)$ из (14) в интеграл (6). Будем иметь

$$I^* = (1 - 2\beta)\gamma_6 \int_0^1 \int_0^x \frac{v(t)dt}{(x-t)^{2\beta}} v(x)dx. \quad (16)$$

Для дальнейшего рассуждения воспользуемся следующим свойством Гамма-функции [11, с. 28]

$$\frac{\Gamma(\delta)}{k^\delta} \cos\left(\frac{\pi\delta}{2}\right) = \int_0^\infty t^{\delta-1} \cos(kt)dt, \quad (k > 0, 0 < \delta < 1).$$

Полагая в этой формуле $k = x - t$, $\delta = 2\beta$, получим

$$\frac{1}{(x-t)^{2\beta}} = \frac{1}{\Gamma(2\beta)\cos(\pi\beta)} \int_0^\infty \xi^{2\beta-1} \cos \xi(x-t) d\xi. \quad (17)$$

С учетом (17) интеграл (16) переписывается так:

$$I^* = \frac{(1-2\beta)\gamma_6}{\Gamma(2\beta)\cos(\pi\beta)} \int_0^1 v(x) \int_0^x v(t) \int_0^\infty \xi^{2\beta-1} \cos \xi(x-t) d\xi dt dx.$$

Поменяв порядок интегрирования, последний интеграл можно переписать в следующем виде:

$$I^* = \gamma_9 \int_0^\infty \xi^{2\beta-1} \int_0^1 \left(\int_0^x v(x)v(t) \cos \xi(x-t) dt \right) dx d\xi,$$

$$\text{где } \gamma_9 = \frac{(1-2\beta)\gamma_6}{\Gamma(2\beta)\cos(\pi\beta)}.$$

После простых преобразований получаем

$$I^* = \gamma_9 \left\{ \int_0^\infty \xi^{2\beta-1} \left[\int_0^1 v(x) \cos(\xi x) \int_0^x v(t) \cos(\xi t) dt dx + \int_0^1 v(x) \sin(\xi x) \int_0^x v(t) \sin(\xi t) dt dx \right] d\xi \right\}.$$

Заметим, что

$$\begin{aligned} \left[\left(\int_0^x v(t) \cos(\xi t) dt \right)^2 \right]' &= 2 v(x) \cos(\xi x) \int_0^x v(t) \cos(\xi t) dt; \\ \left[\left(\int_0^x v(t) \sin(\xi t) dt \right)^2 \right]' &= 2 v(x) \sin(\xi x) \int_0^x v(t) \sin(\xi t) dt. \end{aligned}$$

С учетом этих равенств получим

$$I^* = \frac{\gamma_9}{2} \left\{ \int_0^\infty \xi^{2\beta-1} \left[\int_0^1 \left[\left(\int_0^x v(t) \cos(\xi t) dt \right)^2 \right]' dx + \int_0^1 \left[\left(\int_0^x v(t) \sin(\xi t) dt \right)^2 \right]' dx \right] d\xi \right\}.$$

Вычисляя внутренние интегралы, окончательно получим

$$I^* = \frac{\gamma_9}{2} \left\{ \int_0^\infty \xi^{2\beta-1} \left(\int_0^1 v(t) \cos(\xi t) dt \right)^2 d\xi + \int_0^\infty \xi^{-1/2} \left(\int_0^1 v(t) \sin(\xi t) dt \right)^2 d\xi \right\}. \quad (18)$$

Так как коэффициент $\gamma_9 > 0$ при $m > 0$, а под интегралом в равенстве (18) стоит положительная функция, то из последнего равенства имеем, что интеграл $I^* \geq 0$ в области Ω^- , что и требовалось доказать.

Далее докажем, что если относительно коэффициентов $a_i(x, y)$, $i = \overline{0, 2}$ выполнены условия теоремы 1, то интеграл (6) не может быть положительным в области Ω^+ .

В уравнении (1) в области Ω^+ перейдем к пределу при $y \rightarrow 0+$. С учетом граничных условий (2) получим функциональное соотношение между $\tau(x)$ и $v(x)$, принесенное из параболической части ($y > 0$) на прямую $y = 0$:

$$\tau'''(x) + a_2(x, 0)\tau''(x) + a_1(x, 0)\tau'(x) + a_0(x, 0)\tau(x) = v(x), \quad (19)$$

$$\tau(0) = \varphi_1(0), \quad \tau(1) = \varphi_2(0), \quad \tau'(0) = \varphi_3(0). \quad (20)$$

С учетом (19) интеграл (6) запишется в виде

$$I^* = \int_0^1 \tau(x) [\tau'''(x) + a_2(x, 0)\tau''(x) + a_1(x, 0)\tau'(x) + a_0(x, 0)\tau(x)] dx. \quad (21)$$

Используя формулу интегрирования по частям и учитывая однородные краевые условия из равенства (21), получим:

$$I^* = -[\tau'(1)]^2/2 + \int_0^1 [(a_2''(x, 0) - a_1'(x, 0))/2 + a_0(x, 0)] \tau^2(x) dx - \int_0^1 a_2(x, 0) [\tau'(x)]^2 dx. \quad (22)$$

Очевидно, что если выполнены условия теоремы 1, то, как следует из (22), будем иметь неравенство $I^* \leq 0$.

Сравнивая (19) и (22), можно заключить, что $I^* = 0$. Следовательно $\tau(x) = 0$, а из равенства (19) имеем $v(x) = 0$.

Далее, предполагая существование регулярного решения, умножим уравнение (1) при $y > 0$ скалярно на функцию $u(x, y)$, получим

$$(u_{xxx}, u) + (a_2(x, y)u_{xx}, u) + (a_1(x, y)u_x, u) + (a_0(x, y)u, u) - (u_y, u) = 0,$$

где $(u, v) = \int_0^1 u(x, y)v(x, y)dx$, $(u, u) = \|u\|^2$.

Из очевидных тождеств:

$$\begin{aligned} (u_{xxx}, u) &= uu_{xx} \Big|_0^1 - \int_0^1 u_{xx} u_x dx = -u_x^2/2 \Big|_0^1 = -u_x^2(1, y)/2; \\ (a_2(x, y)u_{xx}, u) &= \int_0^1 a_2(x, y)(uu_{xx})_x dx - \int_0^1 a_2(x, y)u_x^2 dx = \\ &= \frac{1}{2} \int_0^1 a_{2,xx}(x, y)u^2 dx - \int_0^1 a_2(x, y)u_x^2 dx; \\ (a_1(x, y)u_x, u) &= \int_0^1 a_1(x, y)d(u^2/2) = -\frac{1}{2} \int_0^1 a_{1,x}(x, y)u^2 dx; \\ (u_y, u) &= \int_0^1 u_y u dx = \frac{1}{2} \frac{\partial}{\partial y} \int_0^1 u^2 dx = \frac{1}{2} \frac{\partial}{\partial y} \|u\|^2, \end{aligned}$$

после почленного сложения легко убедиться в том, что

$$\frac{\partial}{\partial y} \|u\|^2 + 2 \int_0^1 a_2(x, y)u_x^2 dx + u_x^2(1, y) = \int_0^1 (a_{2,xx} - a_{1,x} + 2a_0)u^2 dx. \quad (23)$$

Интегрируя равенство (23) по переменной y от 0 до y , получим

$$\|u\|^2 + 2 \int_0^y \left(\int_0^1 a_2(x, y)u_x^2 dx \right) dy + \int_0^y u_x^2(1, y) dy = \int_0^y \left(\int_0^1 (a_{2,xx} - a_{1,x} + 2a_0)u^2 dx \right) dy + \|\tau(x)\|^2. \quad (24)$$

В силу условий, наложенных на коэффициенты $a_0(x, y)$, $a_1(x, y)$, $a_2(x, y)$, выражение $|a_{2,xx} - a_{1,x} + 2a_0|$ будет ограничено некоторым числом M_1 . Тогда из (24) имеем оценку:

$$\|u\|^2 \leq M_1 \int_0^y \|u\|^2 dy + \|\tau(x)\|^2.$$

Применяя к последнему неравенству лемму 1.1 из [12, с. 152], окончательно получаем оценку:

$$\|u\|^2 \leq M \|\tau(x)\|^2,$$

где M — некоторая известная постоянная, зависящая от M_1 . Из полученной оценки вытекает, что $u(x, y) \equiv 0$ в Ω^+ . В области Ω^- $u(x, y) \equiv 0$ как решение однородной задачи Коши. Следовательно, $u(x, y) \equiv 0$ в области Ω .

Перейдем к доказательству существования решения задачи 1. Исключая $v(x)$ из (15) и (19) с учетом (20), приходим к следующей краевой задаче для обыкновенного интегродифференциального уравнения третьего порядка

$$\tau'''(x) + a_2(x, 0)\tau''(x) + a_1(x, 0)\tau'(x) + a_0(x, 0)\tau(x) = \gamma_7 \frac{d}{dx} \left(\int_0^x \frac{\tau(t)dt}{(x-t)^{1-2\beta}} \right) - \gamma_8 \frac{d}{dx} [\psi_2(x)], \quad (25)$$

$$\tau(0) = \varphi_1(0), \quad \tau(1) = \varphi_2(0), \quad \tau'(0) = \varphi_3(0), \quad (26)$$

$$\text{где } \psi_2(x) = \int_0^x \frac{t^{\beta-1}}{(x-t)^{1-2\beta}} \frac{d}{dt} \left(\int_0^t \frac{\psi_1(s)ds}{(t-s)^\beta} \right) dt.$$

Рассмотрим сначала случай, когда коэффициенты уравнения (25) являются постоянными действительными числами, т.е. $a_2(x, 0) = \bar{a}_2 = \text{const}$; $a_1(x, 0) = \bar{a}_1 = \text{const}$; $a_0(x, 0) = \bar{a}_0 = \text{const}$. Задачу (25)–(26) будем решать методом функции Грина. Уравнению (26) соответствует однородное уравнение

$$\tau'''(x) + a_2(x, 0)\tau''(x) + a_1(x, 0)\tau'(x) + a_0(x, 0)\tau(x) = 0. \quad (27)$$

Характеристическое уравнение, соответствующее уравнению (27), имеет вид:

$$k^3 + a_2 k^2 + a_1 k + a_0 = 0. \quad (28)$$

С помощью замены $k = y - \bar{a}_2/3$ уравнение (28) приводится к виду:

$$y^3 + p y + q = 0, \quad (29)$$

$$\text{где } p = \bar{a}_2^3/3 + \bar{a}_1; \quad q = 2\bar{a}_2^3/27 + \bar{a}_2 \bar{a}_1/3.$$

В зависимости от знака дискриминанта $D = 27q^2 + 4p^3$ возможны три случая: $D < 0$, $D = 0$ и $D > 0$ [13, с. 64–67].

Рассмотрим первый случай, т.е. когда $D < 0$. В этом случае характеристическое уравнение (28) имеет три различных действительных корня

$$y_j = 2\sqrt{-\frac{p}{3}} \cos\left(\frac{\varphi + 2\pi j}{3}\right), \quad j = \overline{1, 3},$$

$$\text{где } \cos \varphi = -q/2r, \quad \sin \varphi > 0, \quad r = \sqrt{-p^3/27}.$$

Тогда общее решение однородного уравнения (27) можно записать в виде

$$\tau(x) = c_1 e^{k_1 x} + c_2 e^{k_2 x} + c_3 e^{k_3 x},$$

$$\text{где } k_j = y_j - \bar{a}_2/3, \quad j = \overline{1, 3}.$$

Значит, функцию Грина будем искать в виде

$$G(x, \xi) = \begin{cases} d_1 e^{k_1 x} + d_2 e^{k_2 x} + d_3 e^{k_3 x}, & 0 \leq x < \xi, \\ b_1 e^{k_1 x} + b_2 e^{k_2 x} + b_3 e^{k_3 x}, & \xi < x \leq 1, \end{cases} \quad (30)$$

где d_j, b_j $j = \overline{1, 3}$ – пока неопределенные коэффициенты.

Пользуясь определением функции Грина [14, с. 75, 76], для вычисления значений коэффициентов $d_j, b_j, j = \overline{1,3}$ приходим к следующей системе линейных алгебраических уравнений:

$$\begin{cases} (b_1 - d_1)e^{k_1\xi} + (b_2 - d_2)e^{k_2\xi} + (b_3 - d_3)e^{k_3\xi} = 0, \\ k_1(b_1 - d_1)e^{k_1\xi} + k_2(b_2 - d_2)e^{k_2\xi} + k_3(b_3 - d_3)e^{k_3\xi} = 0, \\ k_1^2(b_1 - d_1)e^{k_1\xi} + k_2^2(b_2 - d_2)e^{k_2\xi} + k_3^2(b_3 - d_3)e^{k_3\xi} = 1, \\ d_1 + d_2 + d_3 = 0, \\ k_1 d_1 + k_2 d_2 + k_3 d_3 = 0, \\ b_1 e^{k_1} + b_2 e^{k_2} + b_3 e^{k_3} = 0. \end{cases} \quad (31)$$

Решая систему (31), найдем значения неизвестных $d_j, b_j, j = \overline{1,3}$. Подставляя найденные значения $d_j, b_j, j = \overline{1,3}$ в предполагаемую форму (30), найдем явный вид функции Грина:

$$G_1(x, \xi) = \begin{cases} \frac{L_1(1, \xi)L_1(x, 0)}{\Delta_1 L_1(1, 0)}, & 0 \leq x < \xi, \\ \frac{L_1(1, \xi)L_1(x, 0) - L_1(x, \xi)L_1(1, 0)}{\Delta_1 L_1(1, 0)}, & \xi < x \leq 1, \end{cases}$$

где $L_1(x, \xi) = (k_2 - k_3)e^{k_1(x-\xi)} + (k_3 - k_1)e^{k_2(x-\xi)} + (k_1 - k_2)e^{k_3(x-\xi)}$;

$\Delta_1 = (k_3 - k_2)(k_3 - k_1)(k_2 - k_1) \neq 0$, так как корни k_1, k_2, k_3 – различные.

Далее рассмотрим второй случай: $D = 0$. Заметим, что здесь возможны два случая: в первом случае характеристическое уравнение (29) имеет два различных действительных корня – один простой и один кратный; во втором случае уравнение (29) имеет один трехкратный действительный корень.

Рассмотрим сначала первый случай, т. е. пусть характеристическое уравнение (30) имеет два различных действительных корня: один простой и один кратный:

$$\begin{aligned} y_1 &= 2\sqrt[3]{-q/2}, & y_2 &= y_3 = -\sqrt[3]{-q/2}, \\ k_1 &= 2\sqrt[3]{-q/2} - \bar{a}_2/3, & k_2 &= k_3 = -\sqrt[3]{-q/2} - \bar{a}_2/3. \end{aligned}$$

Общее решение однородного уравнения (27) можно записать в виде:

$$\tau(x) = c_1 e^{k_1 x} + c_2 e^{k_2 x} + c_3 x e^{k_2 x} = c_1 e^{k_1 x} + (c_2 + c_3 x) e^{k_2 x}.$$

Значит, функцию Грина будем искать в виде

$$G_2(x, \xi) = \begin{cases} d_1 e^{k_1 x} + d_2 e^{k_2 x} + d_3 x e^{k_2 x}, & 0 \leq x < \xi, \\ b_1 e^{k_1 x} + b_2 e^{k_2 x} + b_3 x e^{k_2 x}, & \xi < x \leq 1, \end{cases} \quad (32)$$

где $d_j, b_j, j = \overline{1,3}$ – пока не определенные коэффициенты.

Пользуясь определением функции Грина для вычисления значений коэффициентов d_j, b_j $j = \overline{1,3}$, в этом случае приходим к следующей системе линейных алгебраических уравнений:

$$\begin{cases} (b_1 - d_1)e^{k_1\xi} + (b_2 - d_2)e^{k_2\xi} + (b_3 - d_3)\xi e^{k_2\xi} = 0, \\ k_1(b_1 - d_1)e^{k_1\xi} + k_2(b_2 - d_2)e^{k_2\xi} + (k_2\xi + 1)(b_3 - d_3)e^{k_2\xi} = 0, \\ k_1^2(b_1 - d_1)e^{k_1\xi} + k_2^2(b_2 - d_2)e^{k_2\xi} + (k_2^2\xi + 2k_2)(b_3 - d_3)e^{k_2\xi} = 1, \\ d_1 + d_2 = 0, \\ k_1d_1 + k_2d_2 + d_3 = 0, \\ b_1e^{k_1} + b_2e^{k_2} + b_3e^{k_3} = 0. \end{cases} \quad (33)$$

Решая систему (33), опять найдем значения неизвестных d_j, b_j $j = \overline{1,3}$. Подставляя найденные значения d_j, b_j $j = \overline{1,3}$ в (32), найдем явный вид функции Грина:

$$G_2(x, \xi) = \begin{cases} \frac{L_2(1, \xi)L_2(x, 0)}{\Delta_2 L_2(1, 0)}, & 0 \leq x < \xi, \\ \frac{L_2(1, \xi)L_2(x, 0) - L_2(x, \xi)L_2(1, 0)}{\Delta_2 L_2(1, 0)}, & \xi < x \leq 1, \end{cases}$$

где $\Delta_2 = (k_2 - k_1)^2 \neq 0$; $L_2(x, \xi) = e^{k_1(x-\xi)} + ((k_2 - k_1)(x - \xi) - 1)e^{k_2(x-\xi)}$.

В случае, когда y — трехкратный корень уравнения (29), общее решение уравнения (27) запишется в виде

$$\tau(x) = (c_1 + c_2 x + c_3 x^2)e^{kx}.$$

Значит, функцию Грина ищем в виде

$$\overline{G}_2(x, \xi) = \begin{cases} (\tilde{a}_1 + \tilde{a}_2 x + \tilde{a}_3 x^2)e^{kx}, & 0 \leq x < \xi, \\ (b_1 + b_2 x + b_3 x^2)e^{kx}, & \xi < x \leq 1. \end{cases} \quad (34)$$

Относительно коэффициентов $\tilde{a}_j, b_j$, $j = \overline{1,3}$ приходим к следующей системе алгебраических уравнений:

$$\begin{cases} (b_1 - \tilde{a}_1) + (b_2 - \tilde{a}_2)\xi + (b_3 - \tilde{a}_3)\xi^2 = 0, \\ (b_2 - \tilde{a}_2) + 2(b_3 - \tilde{a}_3)\xi = 0, \\ 2(b_3 - \tilde{a}_3) = 1, \\ \tilde{a}_1 = 0, \quad \tilde{a}_2 = 0, \\ b_1 + b_2 + b_3 = 0. \end{cases} \quad (35)$$

Решая систему (35), найдем

$$\begin{aligned} \tilde{a}_1 = \tilde{a}_2 = 0, \quad \tilde{a}_3 = -\frac{(1-\xi)^2}{2}, \quad b_1 = \xi^2/2, \\ b_2 = -\xi, \quad b_3 = \frac{1-(1-\xi)^2}{2}. \end{aligned}$$

Подставляя найденные значения коэффициентов $\tilde{a}_j, b_j, j = \overline{1,3}$ в (34), получим явный вид функции Грина:

$$\bar{G}_2(x, \xi) = \begin{cases} (1-\xi)^2 x^2 e^{kx} / 2, & 0 \leq x < \xi, \\ \xi(1-x)(\xi + \xi x + 2x) e^{kx} / 2, & \xi < x \leq 1. \end{cases}$$

И, наконец, в случае, когда дискриминант $D > 0$, характеристическое уравнение имеет один действительный и два комплексно сопряженных корня [13, с. 65]:

$$\begin{aligned} y_1 &= \alpha + \beta, & k_1 &= \alpha + \beta - \bar{a}_2 / 3, \\ y_2 &= -(\alpha + \beta) / 2 + (\alpha - \beta) i \sqrt{3} / 2, & k_2 &= -(\alpha + \beta) / 2 - \bar{a}_2 / 3 + (\alpha - \beta) i \sqrt{3} / 2, \\ y_3 &= -(\alpha + \beta) / 2 - (\alpha - \beta) i \sqrt{3} / 2, & k_3 &= -(\alpha + \beta) / 2 - \bar{a}_2 / 3 - (\alpha - \beta) i \sqrt{3} / 2, \end{aligned}$$

где $\alpha = \sqrt[3]{-q/2 + \sqrt{D}}, \beta = \sqrt[3]{-q/2 - \sqrt{D}}$.

Обозначим $\gamma = (\alpha - \beta) \sqrt{3} / 2$. Тогда общее решение однородного уравнения (27) запишется в виде

$$\tau(x) = c_1 e^{k_1 x} + c_2 e^{-k_1 x/2} \cos \gamma x + c_3 e^{-k_1 x/2} \sin \gamma x.$$

Функцию Грина ищем в виде

$$G_3(x, \xi) = \begin{cases} a_1 e^{k_1 x} + a_2 e^{-k_1 x/2} \cos \gamma x + a_3 e^{-k_1 x/2} \sin \gamma x, & 0 \leq x < \xi, \\ b_1 e^{k_1 x} + b_2 e^{-k_1 x/2} \cos \gamma x + b_3 e^{-k_1 x/2} \sin \gamma x, & \xi < x \leq 1, \end{cases} \quad (36)$$

где $d_j, b_j, j = \overline{1,3}$ – пока не определенные коэффициенты.

Пользуясь определением функции Грина, приходим к следующей системе линейных алгебраических уравнений, относительно неизвестных $d_j, b_j, j = \overline{1,3}$:

$$\begin{cases} (b_1 - d_1) e^{k_1 \xi} + (b_2 - d_2) e^{-k_1 \xi/2} \cos \gamma \xi + (b_3 - d_3) e^{-k_1 \xi/2} \sin \gamma \xi = 0, \\ k_1 (b_1 - d_1) e^{k_1 \xi} - (b_2 - d_2) (\gamma \sin \gamma \xi + 0,5 k_1 \cos \gamma \xi) e^{-k_1 \xi/2} + \\ + (b_3 - d_3) (\gamma \cos \gamma \xi - 0,5 k_1 \sin \gamma \xi) e^{-k_1 \xi/2} = 0, \\ k_1^2 (b_1 - d_1) e^{k_1 \xi} + (b_2 - d_2) [(k_1^2 / 4 - \gamma^2) \cos \gamma \xi + k_1 \gamma \sin \gamma \xi] e^{-k_1 \xi/2} + \\ + (b_3 - d_3) [(k_1^2 / 4 - \gamma^2) \sin \gamma \xi - k_1 \gamma \cos \gamma \xi] e^{-k_1 \xi/2} = 1, \\ d_1 + d_2 = 0, \\ k_1 d_1 - 0,5 k_1 d_2 + \gamma d_3 = 0, \\ b_1 e^{k_1} + b_2 e^{-k_1/2} \cos \gamma + b_3 e^{-k_1/2} \sin \gamma = 0. \end{cases} \quad (37)$$

Решая систему (37) и подставляя найденные значения неизвестных $d_j, b_j, j = \overline{1,3}$ в выражение (36), находим явный вид функции Грина:

$$G_3(x, \xi) = \begin{cases} \frac{L_3(1, \xi) L_3(x, 0)}{\Delta_3 L_3(1, 0)}, & 0 \leq x < \xi, \\ \frac{L_3(1, \xi) L_3(x, 0) - L_3(x, \xi) L_3(1, 0)}{\Delta_3 L_3(1, 0)}, & \xi < x \leq 1, \end{cases}$$

где $\Delta_3 = 9\gamma(k_1^2 - \gamma^2) \neq 0$;

$$L_3(x, \xi) = \gamma e^{k_1(x-\xi)} - (3k_1 \sin \gamma(x-\xi) / 2 + \gamma \cos \gamma(x-\xi)) e^{-k_1(x-\xi)/2}.$$

Итак, функции Грина построены для всевозможных расположений корней характеристического уравнения (28). Тогда решение задачи (25)–(26) эквивалентно редуцируется к решению интегрального уравнения Фредгольма второго рода

$$\tau(x) = \int_0^1 L(x, t) \tau(t) dt + F(x), \quad (38)$$

$$\text{где } L(x, \xi) = \gamma_7 \left[\frac{G_i(x, 1)}{(1-t)^{1-2\beta}} - \int_t^1 \frac{G_{i\xi}(x, \xi)}{(\xi-t)^{1-2\beta}} d\xi \right]; \quad F(x) = f(x) + \int_0^1 G_i(x, \xi) f(\xi) d\xi;$$

$$f(x) = \bar{\psi}(x) + (\varphi_2(0) - \varphi_1(0) - \varphi_3(0)) (2\bar{a}_2 + 2\bar{a}_1 x + \bar{a}_0 x^2) + (\bar{a}_1 + \bar{a}_0 x) \varphi_3(0) + \varphi_1(0) \bar{a}_0,$$

$$\bar{\psi}(x) = -\gamma_8 \frac{d}{dx} \left[\int_0^x \frac{t^{\beta-1}}{(x-t)^{1-2\beta}} \frac{d}{dt} \left(\int_0^t \frac{\psi_1(s) ds}{(t-s)^\beta} \right) dt \right].$$

В случае, когда коэффициенты $a_i(x, y)$ $i = \overline{0, 2}$ не являются постоянными числами, после трехкратного интегрирования уравнения (25) в пределах от 0 до x , с учетом краевых условий (26), опять приходим к интегральному уравнению Фредгольма второго рода:

$$\tau(x) + \int_0^1 K(x, \xi) \tau(\xi) d\xi = F_1(x), \quad (39)$$

$$\text{где } K(x, \xi) = \begin{cases} -x^2 N(1, \xi), & 0 \leq x < \xi, \\ N(x, \xi) - x^2 N(1, \xi), & \xi < x \leq 1, \end{cases} \quad F_1(x) = F(x) + \varphi_2(0)x^2 - F(1)x^2;$$

$$N(x, \xi) = a_2(\xi, 0) + (x - \xi) [a_1(\xi, 0) - 2a_2'(\xi, 0)] + \frac{(x - \xi)^2}{2} [a_2''(\xi, 0) - a_1'(\xi, 0) + a_0(\xi, 0)] - \frac{\gamma_7 (x - \xi)^{2\beta+1}}{2\beta(2\beta+1)},$$

$$F(x) = \frac{x\varphi_3(0)}{2} (2 + a_2(0, 0)x) + \frac{\varphi_1(0)}{2} [2 + 2a_2(0, 0)x + (a_1(0, 0) - a_2'(0, 0))x^2] \varphi_1(0).$$

Безусловная разрешимость интегральных уравнений (38) и (39) следует из единственности решения задачи. По найденному значению $\tau(x)$ можно найти и $v(x)$ из функциональных соотношений (19) или (15). Тогда решение задачи (1)–(3) в области Ω^- определяется по формуле (7) как решение задачи Коши, а в области Ω^+ приходим к задаче (1)–(2) и $u(x, 0) = \tau(x)$, исследованной в работе [15]. Теорема 1 доказана.

Аналогичным методом устанавливается справедливость следующей теоремы.

Теорема 2. При условиях теоремы 1 на коэффициенты уравнения (1) существует единственное решение задачи 2.

Библиографический список

1. Елеев В.А., Кумыкова С.К. О некоторых краевых задачах со смещением на характеристиках для смешанного уравнения гипербола-параболического типа // Укр. мат. журн. – 2000. – Т. 52, № 5. – С. 716–717.
2. Елеев В.А., Кумыкова С.К. Об одной краевой задаче со смещением для смешанного уравнения третьего порядка с кратными характеристиками: труды Всероссийской научной конференции. – Самара, 2004. – Ч. 3. – С. 91–94.
3. Елеев В.А., Кумыкова С.К. Нелокальная задача для уравнения смешанного типа третьего порядка с кратными характеристиками: материалы Международного Российско-Болгарского симпозиума. – Нальчик–п. Хабез, 2010. – С. 86–87.
4. Езаова А.Г. Краевая задача для одного уравнения третьего порядка с кратными характеристиками // Вестник КБГУ. Серия Математические науки. – Вып. 3. – Нальчик: Каб.-Балк. ун-т, 2003. – С. 22–25.
5. Езаова А.Г. Нелокальная краевая задача для уравнения смешанного типа третьего порядка с кратными характеристиками // Труды молодых ученых. – Владикавказ, 2007. – № 3. – С. 11–23.
6. Елеев В.А., Нахушева Ф.Б. Об одной нелокальной внутренней краевой задаче для уравнения смешанного типа третьего порядка с разрывными условиями склеивания // Труды 4-го Международного форума молодых ученых. (9-й Международной конференции). – 2008. – Ч. 1–3. – С. 74–78.
7. Елеев В.А., Кумыкова С.К. Внутреннекраевая задача для уравнения смешанного типа третьего порядка с кратными характеристиками. // Известия КБНЦ РАН. – 2010. – Ч. 2. – № 2 (33). – С. 5–14.
8. Балкизов Ж.А. Локальные и нелокальные краевые задачи для уравнения смешанного типа третьего порядка с оператором колебания струны в гиперболической части // Известия КБНЦ РАН. – 2008. – № 4 (20). – С. 65–74.
9. Балкизов Ж.А. Локальные и нелокальные краевые задачи для уравнения смешанного типа третьего порядка с оператором Трикоми в гиперболической части // Вестник Сам. ГТУ. – 2008. – С. 21–28.
10. Бицадзе А.В. Уравнения смешанного типа. – М.: Изд-во АН СССР, 1959. – 164 с.
11. Бейтман Г. и Эрдейи. Высшие трансцендентные функции. – М.: Наука, 1965. – 294 с.
12. Ладыженская О.А. Краевые задачи математической физики. – М.: Наука, 1973. – 407 с.
13. Фаддеев Д.К. Лекции по алгебре. – М.: Наука, 1984. – 415 с.
14. Коллатц Л. Задачи на собственные значения. – М.: Наука, 1968. – 503 с.
15. Джурев Т.Д. Краевые задачи для уравнений смешанного и смешанно-составного типов. – Ташкент: ФАН, 1979. – 238 с.

Balkizov Zh.A. *The boundary value problems for hyperbolic-parabolic equation of the mixed type of the third order*

In this paper to prove the existence and uniqueness of the solution the boundary problems for mixed type equation of the third order with multiple characteristics. The uniqueness of the solutions the problems to statement by method of integral energy. The existence of solution the problem follows from the fact that its can be reduced to an equivalent Fredholm integral equation of the second kind.

Keywords: Green's function, local and unlocal tasks, Koshis task.

БИОЛОГИЯ

УДК 573 (470.6)

СУЩЕСТВУЮТ ЛИ ЗАКОНОМЕРНОСТИ ХРОМОСОМНОЙ ЭВОЛЮЦИИ У МЛЕКОПИТАЮЩИХ КАВКАЗА?

Р.И. Дзуев

Проведен сравнительный анализ многолетнего материала (более 40 лет) по кариотипам и морфологическим параметрам млекопитающих у 89 видов Кавказа, происходящих из 900 точек региона, а также исследованы обширные литературные данные по этим вопросам на предмет сопряженности хромосомной и анатомической эволюции у позвоночных животных. Выявлено, что генетическая и анатомическая изменчивости млекопитающих Кавказа фактически различны, т.е. морфологически монотипные формы имеют различия в хромосомном наборе и, наоборот, виды с более или менее стабильным кариотипом имеют заметные морфологические и этологические различия.

Ключевые слова: млекопитающие Кавказа, кариотип, хромосомный набор, эволюция, полиморфизм, акроцентрический, изменчивости, репродуктивная изоляция.

Эволюция кариотипа представляет собой один из важных аспектов эволюционного процесса в целом. Хотя генные мутации – первичный источник молекулярно-генетической изменчивости, структурные перестройки хромосом вносят не менее существенный вклад в эволюцию генетических систем организмов. По определению [1], мутацией можно назвать «любое дискретное изменение, обладающее генетическим эффектом». Как известно, хромосомные перестройки изменяют порядок генных последовательностей по длине хромосомы, и если гены структурно не трансформированы, активность их может в значительной степени меняться от перемещения в новое положение – «эффект положения» [2] и «эффект организации» [3]. Между тем, как отмечают многие исследователи [4, 5, 6, 7, 8, 9], кариологические различия могут быть обусловлены не только структурными перестройками хромосом, но и вариациями в числе, размерах и локализации блоков гетерохроматина.

Чрезвычайно важным в исследовании эволюции животных, в том числе кариотипа млекопитающих, на наш взгляд, оказалось открытие феномена дифференциальной окрашиваемости хромосом по длине. Структура и рисунок дифференциальной окраски строго специфичны для каждой хромосомной пары и сохраняются в перестройках хромосом [7, 10, 11, 6, 12, 13].

В настоящее время вопрос о направлениях эволюции кариотипа млекопитающих является предметом широких дискуссий. Большинство авторов считают, что эволюция кариотипа сопровождается уменьшением числа хромосом, и процесс этот связан с центрическими слияниями [14, 15, 16, 17] акроцентрических хромосом в двуплечие элементы. Другие, наоборот, считают, что она сопровождается увеличением числа хромосом в наборе на основании центрических разделений двуплечих хромосом на акроцентрические [18], а третьи – как увеличением, так и уменьшением [9]. Кроме того, есть и авторы, отрицающие наличие хромосомного видообразования, соответственно – эволюцию кариотипа [19, 20].

Первая отечественная работа о роли хромосомного набора в систематике млекопитающих была опубликована Н.Н. Воронцовым еще в 1958 г. [21]. Он же в 1959 г. на конференции «Дарвиновские дни в Ленинграде» [22] выступил с докладом «Виды хомяков Палеарктики in statu

nascendi» и обосновал мнение, что в природе существуют два пути видообразования: 1 – «обычный» (или градуалистический), и 2 – «генетический» (или на основе хромосомного видообразования). Однако мнение о существовании второго типа видообразования в те годы (и почти до 1960–1970 годов) не получило должного внимания среди эволюционистов.

Между тем в семидесятые годы прошлого столетия, когда появилось большое число работ, посвященных проблеме «хромосомы и видообразование», ученые стали полагать, что хромосомная эволюция у млекопитающих не является отклонением от основных принципов эволюции хромосом, характерных для других групп животных [23]. Сейчас, когда известны кариотипы более 2200 видов млекопитающих, большинство которых изучено с применением методов дифференциальной окраски хромосом, и когда у многих видов выявлены разные типы внутривидовой изменчивости хромосом, все больший интерес вызывают работы, посвященные выявлению закономерностей хромосомной изменчивости и эволюции [16, 6, 24, 9].

Существует мнение, что интенсивность анатомической (морфологической) и хромосомной эволюции плацентарных млекопитающих обусловлена характером их социальной структуры, при котором всякое изменение – будь то морфология или хромосомный комплекс – быстро закрепляется в потомстве [25, 26, 27, 28, 23]. Однако, как отмечает [24], при бесспорном существовании особенностей социальной организации у млекопитающих, связанных в первую очередь с большей, чем у других позвоночных, независимостью от условий внешней среды, социальная структура организации их популяций весьма разнообразна – лабильна у одних и стабильна у других видов. В первую очередь это относится к репродуктивным стратегиям, определяющим ту или иную степень генетической замкнутости популяций. Для одних видов характерен промискуитет, т.е. беспорядочное спаривание с разными партнерами за один сезон, для других – моногамия, менее распространенная среди млекопитающих, чем, например, среди птиц. Разные типы репродуктивных стратегий сочетаются с разными формами пространственной организации популяций. Так, например, промискуитет, характерный для многих видов грызунов, сопряжен с организацией отдельных особей в думы или колонии. Моногамные или полигамные виды могут образовать временные и постоянные сообщества или же существовать как одиночно живущие виды. Таким образом, социальная структура млекопитающих представляет собой многообразный способ существования популяций в пространстве и времени.

Многие исследователи [29, 5, 30, 17, 24, 23, 9] внутри подкласса плацентарных млекопитающих наблюдали довольно разные темпы преобразования как морфологических структур, так и кариотипических характеристик, причем часто морфологическая дивергенция сопровождается хромосомными перестройками, но иногда темпы морфологических преобразований не совпадают с темпами эволюции кариотипа. По-видимому, скорость и степень кариотипической дифференциации зависят не столько от социальной структуры и образа жизни млекопитающих, сколько от потенциальной способности кариотипа или отдельных хромосом к тем или иным типам перестроек. Так, у довольно сходных по социальной структуре грызунов – песчанок (*Gerbillinae*) и тушканчиков (*Dipodidae*), по данным вышеназванных авторов, наблюдаются совершенно разные темпы дивергенции кариотипов. Большинство видов тушканчиков, морфологически дивергировавших до уровня рода или даже подсемейства, имеют в диплоидных наборах 48 хромосом с одинаковой морфологией аутосом и половых хромосом. А для сравнительно молодой группы песчанок у семи кариологически изученных родов показана вариация хромосомных чисел от 22 до 72. Внутри родов песчанок также наблюдаются значительные вариации числа и морфологии аутосом. Кроме того, у некоторых видов обнаружена сложная структура половых хромосом, обусловленная множественными аутосомно-гоносомными транслокациями. Аналогичные данные приводят в своих работах ряд авторов [6, 9, 31] и по другим группам млекопитающих.

По мнению этих авторов, о том, что цитогенетическая дифференциация в ряде случаев зависит от образа жизни животного, свидетельствует обнаружение видов-двойников, географической изменчивости кариотипов и хромосомного полиморфизма у роющих грызунов. Цитогенетический анализ выявил существование видов-двойников по серым полевкам и гладконосым лету-

чим мышам, особенно для родов *Myotis*, *Pitymys* и *Microtus*; у слепышей в группах *Spalax ehrenbergii* и *S.leucodon* [32, 33], обыкновенных полевков *Microtus arvalis* и *M.rossiaemeridionalis* [34, 30], «кустарниковых» полевков Кавказа – *Pitymys majori*, *P.daghestanicus*, *P.nasarovi* [35, 17, 9], мышовок одноцветных – *Sicista caucasica*, *S.kluchorica*, *S.kazbegica*, *S.armenica* [36, 31], кротов *Talpa caucasica*, *T.romana*, *T.caeca*, *T.hercegoviensis*, *T.levantis* [37, 9, 38, 39], лесных и домовых мышей и т.д. Разнохромосомные расы обнаружены у многих кавказских видов: *T.caucasica*, *P.daghestanicus*, *Ap.agrarius*, *M.arvalis*. Для многих из этих видов характерен и внутривидовой хромосомный полиморфизм. К грызунам, ведущим подземный образ жизни, относятся и слепушонки, среди которых есть виды со стабильными кариотипами и вид (*Ellobius tancrei*) с чрезвычайно широкой изменчивостью $2n$ на большом участке его ареала в Таджикистане [40]. Аналогичное явление нами и нашими коллегами выявлено у многих групп кавказских млекопитающих (например, кустарниковые полевки *P. majori*, *P.danhestanicus*, *P.shelkovnikovi*; *T.levantis* и *T.caucasica*; *S.caucasica* и *S.kazbegica*). Как отмечает [24], из 23 видов южноамериканских грызунов туко-туко (*Ctenomys*), ведущих подземный или полуводный образ жизни, хромосомные наборы изучены у 12 видов; у одного вида (*C.occultus*) обнаружена изменчивость числа плеч хромосом, а внутри другого (*C.minutus*) выявлена хромосомно дифференцированная форма, являющаяся видом-двойником. Во всех этих случаях хромосомная дифференциация в большей или меньшей степени опережает накопление видимых морфологических отличий, становление которых, по мнению [24], тормозится высокой специализированностью роющих форм. Как видно, в этой группе исследователи имели дело как с условиями для быстрой фиксации хромосомных перестроек, так и с довольно мобильным состоянием кариотипов у этих видов.

Экологическим аналогом роющих грызунов являются кроты (*Talpidae*). Кариологически изучено более 20 видов из 9 родов, большинство которых ведут подземный образ жизни. Кариотипы многих видов исследованы у большого числа особей из удаленных друг от друга популяций [38, 39, 41, 37, 9, 42]. Ни в одном случае внутривидовых вариаций хромосомных наборов у кротов обнаружено не было. Исключение составляет *T.caucasica*, у которого нами обнаружен полиморфизм по первой и девятой парам аутосом. Более того, выявляются очень незначительные межвидовые различия в структуре кариотипов: $2n$ варьируется от 34 до 38, а NF_a – от 56 до 72, при этом у девяти видов $2n = 34$, $NF_a = 64$. В кариотипах кротов Старого и Нового Света, принадлежащих к разным родам, присутствуют маркерные хромосомы с вторичными перетяжками. Если учесть, что связи неарктических и палеарктических кротов прекратились еще в плейстоцене, то можно говорить о низких темпах преобразования хромосомного аппарата у *Talpidae*. Таким образом, знание экологических характеристик не дает гарантии для предсказания уровня межвидовой хромосомной дифференциации и внутривидовой стабильности кариотипов.

Как отмечает [24], среди млекопитающих, ведущих колониальный образ жизни (сурки, суслики, летучие мыши, луговые собачки) или имеющих спорадический характер распространения (большинство пищух), можно было бы ожидать наличия значительной хромосомной межпопуляционной дифференциации. Однако кариотипические отличия выявлены только между двумя подвидами *Citellus suslicus* [43, 44], между четырьмя подвидами *C.townsendii* [45], а хромосомный полиморфизм обнаружен у *Marmota marmota* [46] и у двух видов луговых собачек – *Synomys lucurus* и *S.parvidens* [47]. У пищух пока вообще не зарегистрировано какой-либо хромосомной изменчивости [48, 24]. Летучие мыши, для большинства видов которых характерен колониальный образ жизни, имеют, кроме того, специфические особенности социальной структуры популяций, сочетающиеся с разной степенью оседлости и различиями в репродуктивных стратегиях. В целом же образ жизни и социальная структура популяций летучих мышей теоретически должны способствовать фиксации хромосомных перестроек и кариотипической дифференциации. По данным [24], в группах летучих мышей разного таксономического ранга (от семейства до родов) существуют разные уровни кариотипической дифференциации и внутривидовой хромосомной изменчивости. В семействе *Vespertilionidae*, например, род *Myotis* кариологически мономорфен (все 35 кариологически изученных видов имеют в диплоидных

наборах 44 хромосомы с $NF_a=50$ или 52), а род *Pipistrellus* (15 кариологически изученных видов) довольно хорошо дифференцирован – $2n$ меняется от 26 до 44, NF_a – от 44 до 60. Аналогичное явление нами описано для представителей этих родов на Кавказе [9, 31].

По мнению [23], для разных групп характерно преобладание разных механизмов видообразования. Такие группы, как лягушки и тушканчики, характеризуются поразительным однообразием хромосомного набора: у большинства лягушек (за двумя исключениями) $2n = 48$, у всех видов мышей рода *Myotis* [49] $2n = 44$. Это явление С.И. Раджабли и др. [49] связывают с тем, что дивергенция в этих группах, поддержание репродуктивной изоляции обеспечивается иными, нехромосомными механизмами. Для тушканчиков, например, крайне характерно развитие видовых отличий в строении гениталий. Особую роль в поддержании репродуктивной изоляции у многих амфибий и птиц играет поведенческая и сезонная изоляция [50].

Таким образом, анализ имеющихся к настоящему времени данных о хромосомных наборах млекопитающих Кавказа и сопоставление их с экологическими и морфологическими характеристиками дает основание утверждать, что в целом для позвоночных животных на данном этапе исследования их кариотипа не удастся выявить определенных связей между скоростью и степенью хромосомной дифференциации в группах разного таксономического ранга и особенностями их социальной организации, уровнем морфологической дифференциации. Скорее всего, это связано с комплексом внутривидовых и внешних средовых факторов.

Выявлено своеобразное соотношение между хромосомной и морфологической изменчивостью: хромосомно-полиморфные группы позвоночных животных, в том числе и млекопитающие Кавказа, фактически не различаются по морфологическим параметрам, тогда как животные с более или менее стабильным кариотипом ($2n$ NF и половые хромосомы) подвержены значительной морфологической и этологической изменчивости.

Библиографический список

1. Майр Э. Популяции, виды и эволюция. – М.: Мир. – 460 с.
2. Lewis E.B. The phenomenon of position effects // *Adv.Genet.* – 1950. – Vol. 3. – P. 73–115.
3. Dobzhansky Th. Evolution of genes and genes in evolution // *Cold Spring Harbor Symp. Quand. Biol.* – 1959. – Vol. 24. – P. 15–30.
4. Heitz E. Das Heterochromatin der Moose. I // *Jahrb. Wiss. Bot.* – 1928. – Vol. 69. – P. 762–818.
5. Орлов В.Н. Кариосистематика млекопитающих. – М.: Наука, 1974. – 204 с.
6. Орлов В.Н., Булатова Н.Ш. Сравнительная цитогенетика и кариосистематика млекопитающих. – М.: Наука, 1983. – 405 с.
7. Раджабли С.И., Графодатский А.С. Эволюция кариотипа млекопитающих (структурные перестройки хромосом, гетерохроматин) // *Цитогенетика гибридов, мутации и эволюция кариотипа.* – Новосибирск: Наука, 1977. – С. 231–249.
8. Соколов В.Е., Анискин В.М., Лукьянова И.В. Кариологическая дифференциация двух видов ежей рода *Erinaceus* на территории СССР (*Insectivora, Erinaceidae*) // *Зоологический журнал.* – 1992 а. – Т. 70. – Вып. 7. – С. 11–20.
9. Дзуев Р.И. Закономерности хромосомной изменчивости млекопитающих Кавказа: дис... доктора биол. наук. – Екатеринбург, 1995. – 577 с.
10. Графодатский А.С., Раджабли С.И., Шарнов А.В. Кариотипы пяти видов землероек – белозубок фауны СССР // *Цитология.* – 1988. – Т.30., № 10. – С. 1247–1250.
11. Графодатский А.С., Билтуева Л.С., Еремина В.Р., Высочина Е.В. Возможности дифференциальных окрасок хромосом высокого уровня разрешения в филогенетических исследованиях // *Эволюционные и генетические исследования млекопитающих: тезисы доклады Всесоюзного совещания.* – Владивосток, 1990. – С. 17–34.

12. Фаттаев М.Д. Сравнительная кариология некоторых рукокрылых Азербайджана (цитотаксономический и эволюционный аспект): автореф. дис... канд. биол. наук. – Баку, 1978.
13. Агаджанян А.К., Яценко В.Н. Филогенетические связи полевок Северной Евразии // Проблемы изменчивости и филогении млекопитающих. – М.: Изд-во МГУ, 1984. – С. 135–190.
14. White M.J.D. Chromosomal rearrangements and speciation in animals // *Ann. Rev. Genet.* – 1969. – Vol. 3. – P. 75–98.
15. Ляпунова Е.А., Иваницкий Л.В., Кораблев В.П., Янина И.Ю. Полный робертсоновский веер хромосомных форм слепушонок подвида *Ellobius talpinus* // Доклады АН СССР. – 1984. – № 5. – С. 1209–1213.
16. Ляпунова Е.А., Ахвердян М.Р., Воронцов Н.Н. Робертсоновский веер хромосом у субальпийских полевок Кавказа (*Pitymys*, *Microtinae*, *Rodentia*) // Доклады АН СССР. – Т. 298. – № 2. – С. 480–483.
17. Ахвердян М.Р., Ляпунова Е.А., Воронцов Н.Н. Кариология и систематика кустарниковых полевок Кавказа и Закавказья (*Terricola*, *Arvicolinae*, *Rodentia*) // Зоологический журнал. – 1992. – Т. 71. – Вып. 3. – С. 96–109.
18. Todd N.B. Karyotypic fissioning and Canid phylogeny // *J. Theor. Biol.* – 1970 a. – Vol. 26. – P. 445–480.
19. Кузякин А.П. К теории вида и видообразования // Тезисы докладов 2-й научной студенческой конференции. – М., 1940. – С. 14–16.
20. Кузякин А.П. К теории вида и видообразования (Близкие виды рукокрылых в аспекте их исторического развития) // Ученые записки Моск. обл. пед. института им. Н.К. Крупской. – 1958. – Т. 65. – С. 21–98.
21. Воронцов Н.Н. Значение изучения хромосомных наборов для систематики млекопитающих // Бюллетень МОИП. Отд. биол. – 1958. – Т. 63, № 2. – С. 5–35.
22. Воронцов Н.Н. Виды хомяков Палеарктики *in statu nascendi* // Доклады АН СССР. – 1960. – № 132. – С. 1448–1451.
23. Воронцов Н.Н. Развитие эволюционных идей в биологии. – М.: ООО КМК, 2004. – 431 с.
24. Иваницкая Е.Ю. Существуют ли закономерности хромосомной эволюции млекопитающих? // Эволюционные и генетические исследования млекопитающих: тезисы докладов. – Владивосток, 1990. – С. 3–16.
25. Wilson A.C., Sarich V.M., Maxon L.R. The importance of gene rearrangement in evolution. Evidence from studies on rates of chromosomal, protein and anatomical evolution // *Proc. Nat. Acad. Sci. USA.* – 1974. – Vol. 71. – P. 3028–3030.
26. Buch G.L., Case S.M., Wilson A.C., Patton J.L. Rapid speciation and chromosomal evolution in mammals // *Proc. Nat. Acad. Sci. USA.* – 1977. – V. 1998. – P. 377–397.
27. Bengtsson B.O. Rates of karyotype evolution in placental mammals // *Hereditas.* – 1980. – Vol. 92. – P. 37–47.
28. Гилева Э.А. Хромосомная изменчивость и эволюция. – М.: Наука, 1990. – 140 с.
29. Ляпунова Е.А., Воронцов Н.Н., Надлер И.Ф. Изменчивость половых хромосом млекопитающих. Сообщ. 2. Внутри- и межпопуляционная изменчивость строения Y-хромосомы арктического суслика *Citellus parryi* Richardson // Генетика. – 1978. – Т. 14. – № 8. – С. 1447–1452.
30. Малыгин В.М. Систематика обыкновенных полевок. – М.: Наука, 1983. – 208 с.
31. Дзуев Р.И. Хромосомные наборы млекопитающих Кавказа. – Нальчик: Эльбрус, 1998. – 256 с.
32. Wahrman J., Gourewitz P. Extreme chromosome variability in a colonizing rodent // *Chromosomes Today.* – 1973. – Vol. 4. – P. 399–424.
33. Peshev D.Z. On the karyotypes in some populations of the mole rat (*Spalax leucodon* Nordmann) in Bulgaria // *Zool. Anz.* – 1981. – B. 206, № ½. – S. 129–133.
34. Майер М.Н., Орлов В.Н., Схолль Е.Д. Виды-двойники в группе *Microtus arvalis* (*Rodentia*, *Cricetidae*) // Зоологический журнал. – 1972. – Т. 51. – С. 724–738.

35. Иванов В.Г., Темботов А.К. Хромосомные наборы и таксономический статус кустарниковых полевков Кавказа // Фауна, экология и охрана животных Северного Кавказа. – Нальчик, 1972. – Вып. 1. – С. 45–71.
36. Соколов В.Е., Ковальская Ю.М., Баскевич М.И. Систематика и сравнительная цитогенетика некоторых видов мышовок рода *Sicista* фауны СССР (Rodentia, Dipodidae) // Зоологический журнал. – 1982. – Т. 61. – Вып. 1. – С. 102–108.
37. Дзуев Р.И. Описание кариотипов двух форм кавказских кротов // Фауна, экология и охрана животных Северного Кавказа. – Нальчик, 1972. – Вып. 1. – С. 44–50.
38. Meylan A. Donnelles nouvelles sur les chromosomes des Insectivores europeens (Mammalia) // Rev. suisse zool. – 1966. – Vol. 73, № 37. – P. 548–558.
39. Todorovich M., Soldatovic B., Dunderski Z. Characteristics of the karyotype of the population of the Genus *Talpa* from Macedonia and Montenegro // Ibid. – 1972. – Vol. 24, № ¾. – P. 131–139.
40. Lyapunova E.A., Vorontsov N.N., Korobytsina K.V. A Robertsonian fan in *Ellobius talpinus* // Genetica. – 1980. – Vol. 52/53. – P. 239–247.
41. Kratochvil J., Kral B. Karyotypes and phylogenetic relations of certain species of the Genus *Talpa* (Talpidae, Insectivora) // Zool. Listy. – 1972. – Vol. 21, № 5. – P. 105–109.
42. Yates T.L., Schmidly D.S. Karyotype of the eastern mole (*Scalopus aquaticus*) with comments on the karyology of the family Talpidae // J. Mammal. – 1975. – Vol. 56. – P. 902–905.
43. Воронцов Н.Н., Ляпунова Е.А. Хромосомы сусликов Палеарктики (*Citellus*, *Marmotinae*, *Sciuridae*, *Rodentia*) // Млекопитающие (эволюция, кариология, фаунистика, систематика). – Новосибирск, 1969. – С. 41–42.
44. Орлов В.Н. Хромосомные наборы ежей Восточной Европы // Млекопитающие. – Новосибирск, 1969. – С. 6–7.
45. Nadler C.F., Turner L.W., Hoffman R.S., Deutsch I. Chromosomes and Giemsa-bands of the Idaho spotted ground squirrel, *Spermophilus brunnes* (Howell) // Experientia. – 1973. – Vol. 29. – P. 893–894.
46. Rausch R.L., Rausch V.R. The somatic chromosomes of some North American marmots (*Sciuridae*) with remarks on the relationships of *Marmota broweri* Hall and Gilmore // Mammalia. – 1971. – Vol. 35. – P. 85–101.
47. Pizzimenti J.J. Genetic divergence and morphological and convergence in the prairie dog species *Cynomys leucurus* I. Genetic analysis // Evolution. – 1976. – Vol. 30. – P. 367–379.
48. Иваницкая Е.Ю. Таксономический и цитогенетический анализ трансберенгийских связей землероек-бурозубок (*Sorex*: *Insectivora*) и пищух (*Ochotona*: *Lagomorpha*): автореф. дис... канд. биол. наук – М., 1985.
49. Раджабли С.И., Воронцов Н.Н., Волобуев В.Т. Хромосомы трех видов летучих мышей рода *Myotis* (*Chiroptera* - *Vespertilionidae*) // Млекопитающие. – Новосибирск, 1969. – С. 12–14.
50. Виноградов Б.С. Тушканчики. Фауна СССР. Нов. сер. – М.–Л., 1937. – Т 3, 4. – 196 с.

Dzuev R.I. *Does the regularity of the chromosomal evolution of Caucasus mammals exist?*

Carry out comparatively analysis the large material (more 40 years) for caryotypes and morphological indexes mammals 89 species Caucasic, come from 900 point regions, and also extensive literary facts by-over this questions on the object conformity chromosomal and anatomical evolution with spinecal animals. Discovered, that genetical and anatomical changes mammals Caucasic practically diverse, that is morphology monotypical forms have difference in chromosome set and, on the contrary, species with constant caryotypes have morphology and etology difference.

Keywords: Caucasus mammals, karyotine, chromosomal set, evolution, polymorphism, acrocentric, mutability, reproductive isolation.

ПОРЯДОК *PORIALES* В МИКОБИОТЕ ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ЦЕНТРАЛЬНОГО КАВКАЗА

Е.А. Крапивина

*Продолжаются исследования и инвентаризация грибов за период с 2000 по 2010 гг. в лесных экосистемах западной части Центрального Кавказа и составление конспекта видов, в частности, порядка **Poriales**. Список макромицетов насчитывает 74 вида, 30 родов, 5 семейств, из них 23 вида – новые для республики и 4 – новые для Центрального Кавказа.*

Ключевые слова: биота макромицетов, лесные формации, микобиота, грибы.

Грибы являются обязательным компонентом лесных экосистем. Биота макромицетов западной части Центрального Кавказа все еще остается малоизученной. Изучение биоразнообразия макромицетов, как отмечал Т.А. Работнов [1, 2], выявление их роли в конкретных экосистемах важно как с теоретической точки зрения, так и с практической.

Целью нашего исследования являются инвентаризация макромицетов в лесных экосистемах западной части Центрального Кавказа и составление конспекта видов, проводимые с 2000 по 2010 гг. [3, 4, 5, 6], в частности, порядка **Poriales**.

Район исследования расположен в центральной части Большого Кавказа на площади 12,4 тыс. км². В геоморфологическом отношении выделяются три района: высокогорный, предгорный и равнинный. Климат высокогорья – более сухой и холодный, предгорной части – умеренно теплый и влажный, равнины – умеренно теплый и сухой.

Растительный покров западной части Центрального Кавказа в общих чертах описан рядом исследователей [6, 7, 8, 9, 10, 11].

Материалы и методы исследования. Объектом настоящего исследования является биота макромицетов лесных экосистем западной части Центрального Кавказа. Материалом исследования послужили собственные микологические сборы и наблюдения в природе. Полевые исследования проводились в пределах лесных экосистем в высотном диапазоне от 300 до 2800 м над уровнем моря маршрутным методом. Идентификацию образцов осуществляли на кафедре ботаники КБГУ. Сбор, описание и фиксацию гербарного материала проводили по традиционным методикам [12, 13, 14]. Гербарные образцы хранятся в Гербарии КБГУ (KBNG).

Результаты исследования

В ходе исследования нами выявлено, что таксономическая структура микобиоты представлена 5 семействами, 30 родами и содержит 74 вида.

По количеству видов ведущим является семейство **Bjerkanderaceae**, которое содержит 40 видов (55,5 % от общего числа видов) и 21 род (70 % от общего числа родов); **Lentinaceae** – 13 (17,56 %) – 5 (16,6 %); **Polyporaceae** – 11 (14,86 %) – 1 (3,3 %); **Pleurotaceae** – 8 (10,8 %) – 2 (6,6 %).

Ранжирование ведущих родов представлено в следующем порядке: **Polyporus** (11 видов), **Trametes** (8), **Pleurotus** (6), **Lentinus** (5).

По трофической структуре все представленные виды порядка **Poriales** являются ксилотрофами.

Выявлен ряд новых и редких видов для биоты грибов западной части Центрального Кавказа. Новые виды для Кавказа – **Bjerkanderaceae**, **Bjerkandera. fumosa** (Pers.: Fr.) Karst, **Chaetoporus euporys** (Karsten) Bond: Sing, **Trichanptum abietium** (Pers.: Fr.) Ryvarden; **Hyphodermataceae**, **Basidiradulum radula** (Fr.: Fr.) Nobles.

Новые виды для Кабардино-Балкарии – **Coriolus gallica** (Fr.) Ryvarden, **C. tephroleucus** (Berk.) Bond., **Fomes annosa** (Fr.) Karst, **Gloephyllum. abientinum** (Fr.) Karst., **Ischnoderma resinum** (Schr.: Fr.) P. Karst, **Trichanptum abietium** (Pers.: Fr.) Ryvarden; **Hyphodermataceae**,

Basidiradulum radula (Fr.: Fr.) Nobles; **Lentinaceae**, *Lentinus adhaerens* (Alb.: Schw.: Fr.) Fr., *L. lepidus* Fr., *Panellus serotinus* (Pers.: Fr.) Kühner, *P. stipticus* (Bull.: Fr.) Karsten, *Neolentinus lepidus* (Buxb: Fr) Redhead: Ginns (*Lentinus squamosus*), *Panus. stipticus* (Fr.) Karst; **Pleurotaceae**, *Hohenbuehelia geogenia* (De Caud) Singer.; **Polyporaceae**, *Polyporus faquioni* Quel: Sacc., *P. tubeerester* Fr., *P. picipes* Fr. (= *Leucoporus picipes* Quel), *P. varius* (Pers.) Fr. var. *nummularis* (Bull.) Fr., *P. varius* (Pers.) Fr. (*P. leptcephalus* (Jacq: Fr.) Fr.).

КОНСПЕКТ БИОТЫ МАКРОМИЦЕТОВ ПОРЯДКА *PORIALES* ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМ ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ЦЕНТРАЛЬНОГО КАВКАЗА

Конспект содержит реестр таксонов макромицетов изучаемой территории, отмеченных в ходе исследования. Таксоны расположены по системе, принятой в восьмом издании «Словаря грибов Айнсворта и Бисби» [15]. Сокращения авторов даны в соответствии с рекомендациями работы «Авторы названий грибов» [16]. В конспекте по каждому виду приводятся:

- латинское название (синоним) вида;
- сведения о местообитаниях, растительных сообществах, субстратах;
- сроки образования плодовых тел;
- принадлежность к трофической группе;
- ресурсное значение (степень съедобности или ядовитости).

В конспекте применяются следующие сокращения и обозначения: Ч – часто, СП – спорадически, Р – редко, ДР – довольно редко, ОР – очень редко; ущ. – ущелье, р. – река, с. – село, ст. – станция, пос. – поселок, г. – город.

Трофические группы [17]: Мг – микоризообразователи; Лh – на древесине; Lei – сапротрофы на неразрушенной древесине; Lep – сапротрофы на разрушенной древесине; Fd – сапротрофы на опаде; St – сапротрофы на подстилке; Ну – сапротрофы на гумусе; Е – копротрофы; С – карботрофы; Ms – сапротрофы и паразиты на мхах.

Древесные породы: Бк – бук, Гр – граб, Дб – дуб, С – сосна, Ол – ольха.

Ресурсное значение грибов: Съед. – Съедобные; Усл. съед. – условно съедобные; Яд. – ядовитые.

* новые виды для Кабардино-Балкарии.

** новые виды для Кавказа.

ПОРЯДОК *PORIALES*

Семейство *Coriolaceae*

1. *Abortiporus boreales* (Fr.) Sing (= *Climacocystis borealis* (Fr.) Kotl.: Pouzar.) – в широколиственном грабово-буковом лесу, на валеженных стволах *Fagus*, *Quercus*, *Populus*; II-XII; Lep, Lei; Р.

Семейство *Bjerkanderaceae*

2. *Bjerkandera adusta* (Willd.: Fr.) Karst. - в широколиственных лесах повсеместно, на корнях, валеженной древесине, на пнях, сухостое и валеже лиственных пород, на ослабленных живых деревьях. II-XII; Lep, Lei, Lep; Ч.

**3. *B. fumosa* (Pers.: Fr.) Karst – в широколиственных лесах, II-XII; Lep, Lei, Lep; СП.

4. *Cerrena unicolor* (Bull.: Fr.) Murr. - в широколиственных грабово-буковых лесах, на сухостое и валеже, на ослабленных живых деревьях; I-XII; Lep, Lei; СП.

**5. *Chaetoporus euporys* (Karsten) Bond: Sing (= *Polyporus euporus* Karsten = *Poria eupora* Cooke) – в широколиственных грабово-буковых лесах, на сухостое и валеже, на ослабленных живых деревьях; I-XII; Lep, Lei; СП.

6. *Coriolus versicolor* (Fr.) Quel – в широколиственных грабово-буковых лесах, грабово-лещиновых дубняках, кустарниковых сосняках, на корнях, валеженной древесине, пнях, сухостое лиственных и хвойных пород. I-XII; Lep, Lei; Ч.

***7. *C. gallica* (Fr.) Ryvar dem** – в широколиственном лесу, I-XII; Lep, Lei; СП.

8. *C. vaporaris* (Fr.) Dom – в широколиственных грабово-буковых лесах, на корнях, валеженной древесине. I-XII; Lep, Lh, Lei; СП.

***9. *C. tephroleucus* (Berk.) Bond. (= *Polyporus tephroleucus* Fr.)** – в широколиственных, мелколиственных и хвойных лесах повсеместно, на корнях, валеженной древесине, на пнях, сухостое и валеже, на ослабленных живых деревьях; I-XII; Lep, Lei; СП.

10. *Daedaleopsis confragosa* (Bolton.: Fr.) Schrot. – в широколиственных, мелколиственных и хвойных лесах повсеместно, на корнях, валеженной древесине, на мертвой древесине березы, ольхи; I-XII; Lep, Lei; Ч.

11. *D. tricolor* (Bull.:Fr.) Bondartsev: Singer – в грабово-лещиновых дубняках, на пнях, валеже и сухостое, на живых и ослабленных деревьях; I-XII; Lep, Lei; Р.

12. *Daedalea quercina* Fr. – в широколиственных грабово-буковых лесах повсюду, на живых, ослабленных и валеженных деревьях. I-XII; Lei, Lep; СП.

***13. *Fomes annosa* (Fr.) Karst** – в лесопосадке фруктовых деревьев, на разрушенном стволе алычи; Lei, Lep; СП.

14. *F. fomentarius* (Fr.) Fr. – в широколиственных грабово-буковых лесах, грабово-лещиновых дубняках, мелколиственных (ольшаниках), сосняках, на корнях, валеженной древесине, на пнях, сухостое и валеже, изредка на живых и ослабленных деревьях лиственных пород (бук, ольха, береза). I-XII; Lep, Lei; Ч.

15. *F. inginari* Fr. – в широколиственных грабово-буковых лесах, в среднегорной зоне, кустарниковых сосняках в высокогорьях повсюду, на корнях, валеженной древесине на пнях, сухостое и валеже, на живых и ослабленных деревьях. I-XII; Lei, Lep; Ч.

16. *Fomitopsis pinicola* (Sw.: Fr.) Karst. – во всех типах лесов повсеместно, на корнях, валеженной древесине, на пнях и сухостое, редко на живых деревьях хвойных и лиственных пород: граб, бук, ольха, липа; I-XII; Lei, Lep; Ч.

17. *Grifola gigantea* (Fr.) Pil. – в широколиственных грабово-буковых лесах, грабово-лещиновых дубняках, в лесах предгорной зоны, на корнях, валеженной древесине, на старых пнях лиственных пород, иногда – на стволах ослабленных деревьев. I-XII; Lei, Lep; СП.

18. *G. frondosa* (Fr.) S. F. Gray – в широколиственных лесах предгорной и высокогорной зоны, на корнях, валеженной древесине, паразитирует на корнях: дуба, граба, бука. Вид внесен в «Красную книгу» РСФСР (1988); I-XII; Lei, Lep(Дб); Р. Съед.

19. *Gloeophyllum trabeum* (Pers.:Fr.) Murr. – в широколиственном грабово-буковом лесу и в пойменном ольшанике, на валеженной древесине. I-XII; Lei, Lep; СП.

***20. *G. abietinum* (Fr.) Karst.** – в пойменном ольшанике, I-XII; Lei, Lep; СП.

21. *Haploporus odorus* (Sommerf.: Fr.) Bondartsev et Singer – в широколиственных грабово-буковых лесах, на ослабленных деревьях и валеженных стволах; I-XII; Lei, Lep; Р.

22. *Hirschioporus pergamenus* (Fr.:Bond.) Sing. – в мелколиственных березовых и смешанных лесах, на валеже лиственных пород, особенно берез; I-XII; Lep, Lh; СП.

***23. *Ischnoderma resinosum* (Schrad.: Fr.) P. Karst** – на валеже лиственных пород, I-XII; Lep, Lh; СП.

24. *Leatiporus sulphureus* (Fr.: Bond.) Sing. – в широколиственных (грабово-буковых, грабово-лещиновых дубняках) и мелколиственных (осинниках, березняках, ольшаниках) лесах повсеместно, на корнях, валеженной древесине. V-X; Lei, Lh; Ч. Съед.

25. *Lenzites betulina* (Fr.) Fr. – в мелколиственных смешанных (березняках, осинниках) лесах, на валеженной и ослабленной древесине; I-X; Lei, Lep; Ч.

26. *L. warnieri* Durieu: Mont. – в широколиственных грабово-буковых лесах, мелколиственных – осинниках, грабиниках повсеместно, на ослабленной и живой древесине *Fagus*, *Populus*, *Quercus*, *Tilia*, *Ulmus*; IV-XI; Lei, Lep; СП.

27. *Oxyporus populinus* (Fr.) Donk. – в широколиственных грабово-буковых лесах, грабово-лещиновых дубняках, на корнях, валеженной древесине, на живых деревьях и сухостое лиственных деревьев; I-XII; Lei, Lep; СП.

28. *O. phellodendri* Bondartsev et Lj. – в широколиственных грабово-буковых лесах, грабово-лещиновых дубняках, сосняках повсеместно, на корнях, валеженной древесине, на сухостое и ослабленных живых деревьях; I-XII; Lep, Lh, Lei; СП.

29. *Piptoporus betulinus* (Bull.: Fr) Karst. – в мелколиственных березовых лесах, на отмерших и редко на живых березах. I-XII; Lei, Lh, Lep; СП.

30. *Pycnoporus cinnabarius* (Jacq.: Fr.) Karst. – в широколиственных и мелколиственных лесах повсеместно, на корнях, валеженной древесине, на ослабленной и мертвой древесине: *Fagus*, *Populus*, *Quercus*, *Tilia*, *Ulmus* *Betula*; I-XII; Lei, Lh, Lep; СП.

31. *Spongipellis spumeus* (Sowerby: Fr.) Pat – в широколиственных и мелколиственных лесах; I-XII; Lei, Lh, Lep; СП.

32. *Trametes cervina* (Fr.) Fr. – в широколиственных грабово-буковых лесах, на сухостойных и валеженных стволах, пнях; I-XII; Lei, Lh, Lep; СП.

33. *T. gibbosa* (Pers.) Fr. (= *Pseudotrametes gibbosa* (Pers.) Bond.:Sing. = *Dedalea gibbosa*) – в широколиственных грабово-буковых лесах, на валеженной и ослабленной древесине; I-XII; Lei, Lh, Lep; СП.

34. *T. hirsuta* (Wulfen : Fr.) Pilat. – в букняках мертвопокровных, смешанных грабово-буковых лесах, на сухостое, пнях, валеже; I-XII; Lei, Lh, Lep; Ч.

35. *T. pubescens* (Schumach.: Fr.) Pilat – в букняках мертвопокровных, смешанных грабово-буковых лесах, на сухостое, пнях, валеже; I-XII; Lei, Lh, Lep; СП.

36. *T. suaveleus* (L.: Fr.) Fr. – в пойменном лесу, на живых и мертвых стволах видов *Salix*, *Populus tremula*; I-XII; Lei, Lh, Lep; СП.

37. *T. trogii* Berk (= *Corioloopsis trogii* (Berk.) Domanski.) – в грабово-буковых лесах, в междуречье в предгорной зоне, на валеженной и ослабленной древесине; I-XII; Lei, Lh, Lep; СП.

38. *T. velutina* (Fr.) Fr. – в широколиственных грабово-буковых лесах, на валеже и ослабленных деревьях; I-XII; Lei, Lh, Lep; СП.

39. *T. versicolor* (L.: Fr.) Pil. – в грабово-лещиновых лесах, березняках, ивняках повсеместно, на корнях, валеженной древесине, на ослабленной и мертвой древесине березы, ивы, плодовых, широко распространен; I-XII; Lei, Lh, Lep; Ч.

*40. *Trichanptum abietium* (Pers.: Fr.) Ryvarden – на корнях, валеженной древесине, на ослабленной и мертвой древесине; I-XII; Lei, Lh, Lep; СП.

41. *T. pergamenum* (Fr.) Fr. – широколиственный буково-грабовый лес, на валеженной древесине; I-XII; Lep, Lei, СП.

42. *T. subchartaceum* (Murr.) (= *Coriolus subchartaceum* Murrill) – в широколиственных букняках мертвопокровных, грабово-буковых лесах, на корнях, валеженной древесине, на пнях бука; I-XII; Lei, Lh, Lep; P.

Семейство Hyphodermataceae

*43. *Basidiradulum radula* (Fr.: Fr.) Nobles – в широколиственных букняках мертвопокровных, грабово-буковых лесах, I-XII; Lei, Lh, Lep; неморальный евразийско-американский; СП.

Семейство *Lentinaceae*

*44. *Lentinus adhaerens* (Alb.: Schw.: Fr.) Fr. – в широколиственных лесах, на корнях, валеженной древесине, на стволах живых деревьев. VII-IX; Lei, Lh, Lep; Ч.

45. *L. conchatus* (Bull.: Fr.) Schroeter (= *Panus torulosus*) – в широколиственных лесах; VII-IX; Lei, Lep, СП.

*46. *L. lepidus* Fr. – на пнях, стволах, обрезанных деревьях, часто в рудеральных местобитаниях; VII-IX; Lei, Lh, Lep; Съед.

47. *L. suavissimus* Fr. – в широколиственных грабово-буковых, буковых лесах, грабово-лещиновых дубняках, на корнях, валеженной древесине, на стволах лиственных деревьев; VII-IX; Lei, Lh, Lep; Ч.

48. *L. vulpinus* (Sow.:Fr.) Kuhn. – в широколиственных грабово-буковых лесах, грабово-лещиновых дубняках, хвойных и мелколиственных лесах повсеместно, на корнях, валеженной древесине на пнях и стволах хвойных и лиственных деревьев, VII-IX; Lei, Lh, Lep; Ч.

*49. *Panellus serotinus* (Pers.: Fr.) Kühner – растет черепитчато на пнях лиственных пород, валеже; VII-IX; Lei, Lh, Lep; СП. Съед.

*50. *P. stipticus* (Bull.: Fr.) Karsten – растет черепитчато на пнях лиственных пород и валеже, VII-IX; Lei, Lh, Lep; СП. Съед.

*51. *Neolentinus lepidus* (Buxb: Fr) Redhead: Ginns (*Lentinus squamosus*) – в широколиственных лесах; V-XII; Lei, Lh, Lep; СП.

52. *Panus conchatus* Fr. (= *Pleurotus conchatus* (Fr.) Pil.) – в широколиственных лесах, в предгорной зоне, в грабово-лещиновых дубняках, на пнях лиственных пород; V-XII; Lei, Lh, Lep; Ч. Съед.

53. *P. tigrinus* (Bull.:Fr.) Sing. (= *L. tigrinus* (Bull.: Fr.) Fr.) – на древостое бука, граба, на корнях, валеженной древесине, на пнях в сырых местах, группами; VI-IX; Lei, Lh, Lep; Съед. Ч.

54. *P. rudis* Fr. – на стволах и пнях граба, VI-IX; Lei, Lh, Lep; Ч. Съед.

*55. *P. stipticus* (Fr.) Karst – на древостое бука, граба, на корнях, валеженной древесине VI-IX; Lei, Lh, Lep; Ч. Съед.

56. *Phyllotopsis nidilans* (Pers: Fr) Singer – в хвойных и широколиственных лесах; VIII; Lei, Lep; СП.

Семейство *Pleurotaceae*

*57. *Hohenbuehelia geogenia* (De Caud) Singer – под деревом; VIII; Lei, Lep; СП.

58. *Pleurotus cornucopiae* (Paul. :Pers.) Rolland – в широколиственных (грабово-буковых) и мелколиственных (березняки), хвойных (сосняки) лесах, на пнях и валеженной древесине хвойных и лиственных пород, группами, V-IX; Lei, Lh, Lep (Бк, Ил, Дб); СП. Съед.

59. *P. dryinus* (Pers.:Fr.) Kumm. (= *P. corticatus* = *P. tephrotichus*) – в широколиственных лесах повсеместно, на пнях и живых стволах лиственных деревьев. VI-X; Lei, Lep (Бк, Гр); Ч.

60. *P. erygii* (DC.:Fr.) Quel. – на корнях и отмерших стеблях *Erungium* и *Ferula*; IX-X; Fd, St; Ч. Съед.

61. *P. osteratus* (Jacq.:Fr.) Kumm. – во всех типах лесов, на пнях и живых стволах лиственных деревьев, обильно; VI-IX; Lei, Lep; Ч. Съед.

62. *P. pulmonaris* (Fr.: Fr.) Quel. – в широколиственных грабово-буковых лесах, грабово-лещиновых дубняках, на ветках и стволах деревьев, небольшими группами, V-X; Lei(Бк, Ил, Дб); Ч. Съед.

63. *P. salignus* Fr. (ss. Romagn.) – в широколиственных грабово-буковых лесах, в грабово-лещиновых дубняках и мелколиственных (осинниках, ивняках) лесах повсеместно, небольшими группами на осинах, тополях, ивах. IX-X; Lei, Lep; Ч. Съед.

Семейство *Polyporaceae*

64. *Polyporus agariceus* Berk. – в грабово-буковых лесах; IV-X; Lep, Lei, СП.
65. *P. brumalis* (Pers.: Fr.) Fr. (= *P. subarcularius* (Donk.) Bond.) – в широколиственных (грабово-буковых, грабово-лещиновых дубняках) и мелколиственных (осинниках, ивняках) лесах, на пнях и валеже лиственных пород (осина, бук, дуб, ива); I-XII, Lep, Lei, СП.
66. *P. badius* (Pers.) Schw. (= *P. durus* = *P. picipes*) – в широколиственных (грабово-буковых, дубняках грабово-лещиновых) и мелколиственных (осинниках, ивняках) лесах; I-XII, Lep, Lei, СП.
- *67. *P. faquioni* Quel: Sacc. – в широколиственных (грабово-буковых, грабово-лещиновых дубняках) и мелколиственных (осинниках, ивняках) лесах; I-XII, Lep, Lei, СП.
68. *P. melanopus* (Swartz: Fr.) Fr. – в широколиственных (грабово-буковых, грабово-лещиновых дубняках) и смешанных мелколиственных лесах, кустарниковых сосняках, на корнях, валеженной древесине, на опавших ветвях, покрытых землей, дуилистых старых стволах. I-XII; Lei, Lep, СП.
69. *P. squamosus* (Huds.: Fr.) Fr. – в широколиственных (грабово-буковых, грабово-лещиновых дубняках, кленовниках) и мелколиственных (березняках, осинниках) лесах, повсеместно в высокогорьях; на корнях, валеженной древесине (береза, бук, осина, клен, липа), на живых и мертвых деревьях, IV-IX; Lei, Lep; Ч. Съед.
- *70. *P. tubeerester* Fr. – в широколиственных (грабово-буковых, дубняках грабово-лещиновых) и смешанных мелколиственных лесах; IV-IX; Lei, Lep.
- *71. *P. picipes* Fr. (= *Leucoporus picipes* Quel) – в широколиственных (грабово-буковых, грабово-лещиновых дубняках) и смешанных мелколиственных лесах; IV-IX; Lei, Lep, СП.
- *72. *P. varius* (Pers.) Fr. var. *nummularis* (Bull.) Fr. – в широколиственных (грабово-буковых, дубняках грабово-лещиновых) и смешанных мелколиственных лесах; IV-IX; Lei, Lep; СП.
- *73. *P. varius* (Pers.) Fr. (*P. leptcephalus* (Jacq: Fr.) Fr.) – в широколиственных (грабово-лещиновых дубняках) и мелколиственных (ивняках, ольшаниках, березняках) лесах повсеместно, на корнях, валеженной древесине, на пнях; валеже и сухостое лиственных пород (клен, бук, дуб, ольха, береза, ива, ильм); I-XII; Lei, Lep; Ч.
74. *P. zonatus* Fr. – в широколиственных (грабово-буковых, грабово-лещиновых дубняках) лесах, сосняках, березняках, на корнях и валеженной древесине; I-XII; Lei, Lh, Lep Ч.

Выводы

1. Нами выявлено, что порядок *PORIALES* представлен 74 видами, относящимися к 30 родам и 5 семействам; составлен конспект видов.
2. По количеству видов самым многочисленным является семейство *Bjerkanderaceae*, которое содержит 40 видов (55,5 % от общего числа видов) и 21 род (70 % от общего числа родов).
3. Ранжирование ведущих родов представлено в порядке убывания: *Polyporus* (11 видов) → *Trametes* (8) → *Pleurotus* (6) → *Lentinus* (5).
4. По трофической структуре все виды порядка *Poriales* являются ксилотрофами как на разрушенной, так и на неразрушенной древесине.
5. Съедобными являются 13 видов.
6. Выявлен ряд новых и редких видов для биоты грибов западной части Центрального Кавказа, их них новыми для Кавказа явились 4 вида, для территории Кабардино-Балкарской Республики – 23.

Исследования выполняются при поддержке гранта РФФИ № 09-04-96508

Библиографический список

1. Работнов Т.А. О состоянии изучения грибов как компонентов биогеоценозов // Микол. и фитопатол. – 1977. – Т. 11. – Вып. 6. – С. 521–524.
2. Работнов Т.А. Грибы как средообразователи для растений в лесных ценозах // Микол. и фитопатол. – 1993. – Т. 27. – Вып. 6. – С. 32–33.
3. Крапивина Е.А., Шхагапсоев С.Х. Макромицеты лесных экосистем Кабардино-Балкарии. – Нальчик: Полиграфсервис и Т, 2004. – 94 с.
4. Крапивина Е.А., Шхагапсоев С.Х. Анализ биоты макромицетов ущельев Черек-Безенгийского (Центральный Кавказ) // Труды международной конференции, посвященной 100-летию начала работы профессора А.С. Бондарцева в ботаническом институте им. В.Л. Комарова РАН «Грибы в природных и антропогенных экосистемах (Санкт-Петербург, 24–28 апреля 2005)». – СПб., 2005. – С. 331–334.
5. Крапивина Е.А., Шхагапсоев С.Х., Мухин В.А. Новые виды ксилотрофных макромицетов в микобиоте Западной части Центрального Кавказа // Материалы VIII Междунар. научн. конф. «Биологическое разнообразие Кавказа». – Нальчик, 2006. – Ч. 1. – С. 41.
6. Krapivina E.A., Shagapsoev S.H. TAXONOMICAL STRUCTURE OF THE MYCOBIOTA OF KABARDINO-BALKARIAN REPUBLIC (THE CENTRAL CAUCASUS) // Abstracts, Saint Petersburg, Russia, September 16–21. – 2007. – P. 181.
7. Нечаев Ю.А. Лесные богатства Кабардино-Балкарии. – Нальчик: Каб.-Балк. кн. изд-во, 1960. – 144 с.
8. Волкович В.Б. Осинники Кабардино-Балкарии // Эколого-флористические исследования Северного Кавказа. – Нальчик: КБГУ, 1987. – С. 62–64.
9. Волкович В.Б. Буковые леса Кабардино-Балкарии. // Природные ресурсы Кабардино-Балкарии. – Нальчик: Эльбрус, 1989. – С. 18–20.
10. Шхагапсоев С.Х. Краткая характеристика растительного покрова Кабардино-Балкарии // Вестник КБГУ. Сер. Биологические науки. – Нальчик, 1999. – Вып. 3. – С. 3–6.
11. Шхагапсоев С.Х., Волкович В.Б. Растительный покров Кабардино-Балкарии и его охрана. – Нальчик: Эльбрус, 2002. – 95 с.
12. Бондарцев А.С. Трутовые грибы Европейской части СССР и Кавказа. – М.–Л.: АН СССР, 1953. – 1106 с.
13. Nordic Macromycetes. Vol. 2. Polyporales, Boletales, Agaricales, Russulales. – Copenhagen: Nordsvamp, 1992. – 474 p.
14. Courtecuisse R., Duhem D. Mushrooms and toadstools of Britain and Europe. – Harper Collins Publishers, 1995. – 480 p.
15. Hawksworth D.L., Kirk P.M., Sutton B.C., Pegler D.N. Ainsworth and Bisby's Dictionary of the Fungi // 8th edit. CAB International. – 1995. – 616 p.
16. Kirk, Ansell. Authors names of fungi. – 1992. – 52 p.
17. Коваленко А.Е. Экологический обзор грибов из порядков Polyporales s.str., Boletales, Agaricales s.str., Russulales в горных лесах центральной части Западного Кавказа // Микол. и фитопатол. – 1980. – Т. 14. – Вып. 4. – С. 300–314.

Krapivina E.A. Order *Poriales* in mycobiota of the Western Part of the Central Caucasus

Ongoing inventory of fungi in 2000–2010, in particular order *Poriales* in forest ecosystems in Western part of the Central Caucasus and drawing outline species. List macromycetes includes 74 species from 30 genera, 5 families, including 23 new for the Republic and 4 new species for the Central Caucasus.

Keywords: biota macromycetes, the cores wood forms to the formations, mycobiota, and fungi.

ОБРАЗОВАНИЕ. ПЕДАГОГИКА. ПСИХОЛОГИЯ

УДК 378

ИДЕЯ ИНТЕГРАЦИИ ТЕХНИЧЕСКОГО, ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНОГО И ГУМАНИТАРНОГО ОБРАЗОВАНИЯ КАК УСЛОВИЕ ПОДГОТОВКИ КОНКУ- РЕНТОСПОСОБНОГО СПЕЦИАЛИСТА

А.Б. Хуранов

Гуманистические тенденции в образовании актуализировали идею интеграции технического, естественнонаучного и гуманитарного знания, обусловленную множеством противоречий, возникших с развитием технических идей и их реализацией в практической жизнедеятельности человека. Эти противоречия невозможно преодолеть без подготовки нового типа специалиста с высоким уровнем профессиональных, технических, экологосохранных и гуманитарных компетенций, готового к конкурентной деятельности по решению проблем общества и личности гуманными и цивилизованными средствами.

Ключевые слова: гуманитаризация образования, интеграция содержания профессионального образования, междисциплинарные образовательные модули.

Цель исследования. Перед высшей школой как управляемой системой воспроизводства производственной и социальной сферы, личности и будущего специалиста поставлена задача преодолеть возникшие противоречия в обществе и характере отношений в нем для сохранения жизни на Земле, для цивилизованного развития общества и личности, для утверждения общечеловеческих ценностей сохранения, воспроизводства, реставрации, развития комфортной среды обитания и жизнедеятельности. В рамках развития КБГУ определены целевые установки деятельности вуза – создание инновационной среды обеспечения качества образования для подготовки конкурентоспособного специалиста на основе современных тенденций развития высшего образования и цивилизованного пути развития общества и личности в условиях глобального образования, как носителя инновационных идей, готового воплощать их в практической деятельности на благо развития Отечества и мира.

Актуальность идеи интеграции содержания образования подтверждается многими исследованиями в области как непосредственно дидактики, так и философии (Г.И. Аникина, К.Н. Берулава, Б.С. Гершунский, В.И. Данильчук, Р.С. Гуторова, Б.М. Кедров, В.А. Лекторский, М.И. Махмутов, И.Т. Фролов и др.) [1]. Исследователи единодушны в том, что решение проблемы интеграции технического и гуманитарного образования возможно только при использовании системного и междисциплинарного подходов.

По мнению Леви-Стросса, XXI век будет веком гуманитарных наук или его не будет вообще. В этом высказывании эмоционально выражена обеспокоенность ученого за дальнейшее развитие личности и общества, в котором долгое время преобладали идеи технократизма, что не только привело к прогрессу общества, но и неоднозначно сказалось на состоянии социума и развитии лично-

сти в нем. Перекося в обществе идей технологизации и гуманитаризации рождает ряд противоречий между техническими успехами, взлетами государства и спровоцированными им же экологическими катастрофами, необоснованными ресурсными затратами, психическими и физиологическими патологиями у людей, сужением в целом сферы мировосприятия личности [4].

Подготовка кадров в университете для технической и естественнонаучной сферы жизнедеятельности общества требует в современных условиях глобализации интеграции гуманитарного знания в естественнонаучные и технические дисциплины, обогащения гуманитарного знания естественнонаучной и фундаментальной компонентами, что позволит усилить значимость человеческого фактора в решении задач в данной области и избежать многих последствий в них, связанных с антропогенными факторами (взрывы на шахте Расспадная в Кемеровской области, на Саяно-Шушенской электростанции, лесные пожары в 14 областях России и др.).

К основным положениям гуманитаризации технического и естественнонаучного образования нами отнесены:

- комплексный подход к модернизации содержания технического и естественнонаучного образования на основе принципов гуманитаризации и гуманизации, которые обеспечивают поворот к целостному человеку и к целостному человеческому бытию;
- интеграция гуманитарных технологий обучения и воспитания студентов в процессе подготовки кадров, обеспечивающая преодоление стереотипов мышления у будущих специалистов, формирующая иной тип профессионального мышления студентов (планетарное, глобализационное, критическое) и гуманитарную культуру профессиональной деятельности (ответственность специалистов за то, что происходит на планете, за результаты своей профессиональной деятельности, самостоятельность и ответственность за принятые решения и т.п.);
- интеграция содержания профессионального образования на границе гуманитарных, технических и экологических сфер (живого и неживого, материального и духовного, биологии и техники, техники и экологии, технологии и живых организмов, технологии и общества, технологии и личности и т.д.);
- создание образовательных модулей на принципе междисциплинарности, обеспечивающее студентам выбор индивидуальных образовательных траекторий для конкурентоспособности в выбранной сфере профессиональной деятельности;
- функционирование цикла социально-гуманитарных дисциплин в подготовке кадров для технической и естественнонаучной сфер жизнедеятельности как фундаментального и системообразующего ядра, раскрывающего роль личности в сохранении общества, жизни человека, в обеспечении прогресса и развитии цивилизации.

Данные положения базировались на следующих теоретических основах, обозначенных в науке в качестве критериев гуманистического образования, определяющих гуманитаризацию процесса подготовки кадров в вузе:

- овладение общечеловеческими ценностями и способами деятельности, содержащимися в гуманитарном знании и культуре;
- наличие углубленной языковой подготовки как составной части технического и естественнонаучного образования, определяющей его гуманитаризацию;
- увеличение доли гуманитарных дисциплин в общем объеме изучаемого содержания профессионального образования для осознания и определения места и роли личности в жизни общества;
- обеспечение междисциплинарного подхода в подготовке кадров и устранение междисциплинарных разрывов в содержании технического, естественнонаучного, социокультурного, гуманитарного образования.

Гуманитаризация образования позволяет преодолеть существующий в процессе профессионального образования разрыв в межпредметных связях естественнонаучных, технических и гуманитарных дисциплин; узкую направленность образования, которая привела к тому, что

система знаний, умений и навыков обучающихся всех ступеней (школа, ссузы, вузы), представляющая собой конгломерат слабо связанных сведений о природе, обществе, человеке, снижает качество подготовки специалиста, не позволяет ему быть конкурентоспособным, самостоятельным и ответственным за свои решения и профессиональный выбор.

Для практической реализации идеи гуманитаризации технического и естественнонаучного образования в нашем исследовании в содержании профессиональной подготовки кадров осуществлено расширение номенклатуры учебных дисциплин гуманитарного цикла (за счет таких дисциплин, как «Социально-гуманитарные проблемы информатизации Кабардино-Балкарской Республики», «Философия техники», «Синергетика физиологической адаптации», «Информационные технологии в налогообложении», «Психология индивидуальных различий и познавательная деятельность», «Химия и общество», «Синергетика в биологическом образовании» и др.) и обогащение естественнонаучных и технических дисциплин содержанием, отражающим различные тенденции, течения, воззрения, борьбу научных идей, влияющих на развитие прогресса, цивилизации, общества, науки и личности, зависимости и закономерности социально-экономического и научно-технического прогресса от личностных, нравственных и профессиональных качеств человека.

Требования мирового сообщества к сохранению экосферы и жизни на Земле диктуют необходимость гуманитаризации высшего технического и естественнонаучного образования, что позволит формировать новые отношения специалистов данной сферы к окружающей среде – природной, социальной, технической, личностной и др. Исходя из данного положения, в содержание профессиональной подготовки по указанным направлениям интегрированы культурно-исторические и современные глобализационные философские воззрения на человека, природу, технику, нашедшие отражения в разработанных курсах «Философия техники», «Философия выживания человека в мире природы и техники», что позволяет студентам осуществлять научный поиск ценностей и смыслов истины, цивилизации в личной и социальной жизни человека, артефактов, приводящих к тем или иным изменениям в обществе и жизни человека. Интеграция технического, естественнонаучного и гуманитарного знания утверждает новую философию подготовки кадров – глобализационно-планетарную, утверждающую гуманный, а не враждебный, антагонистический характер отношений между природой, техникой, обществом, человеком. Разработка «глобализационно-планетарного» содержания и технологий предполагает изменение не только взглядов обучающего и обучающихся на сущность и целевую направленность профессиональной деятельности, но и является единственным верным и гуманистическим путем вхождения вуза в мировое профессиональное пространство, а выпускнику обеспечивает возможность стать конкурентоспособным.

Гуманитарное знание изначально представляет собой систему знаний о человеке, обществе, взаимодействии человека и общества, прогностику процессов развития техники, социума, человеческой природы. С учетом необходимости подготовки кадров в контексте интеграции технического, естественнонаучного и гуманитарного знания, в основу организации учебного процесса в университете положен принцип междисциплинарности современного знания, определяющего интенсивный ввод дисциплин гуманитарного цикла и обогащение гуманитарных дисциплин основами технического и естественнонаучного знания (и наоборот). Этот принцип в обучении будущих специалистов способствует формированию у студентов глобального и нестандартного типа мышления, способности решать комплексные проблемы, возникающие на стыке различных областей, видеть взаимосвязь фундаментальных исследований, технологий и потребностей производства, общества и личности, уметь оценить эффективность того или иного новшества, организовать его практическую реализацию. Гуманитарная составляющая в подготовке специалистов затрагивает сущность их профессиональной творческой деятельности не только в технической, но и в социальной, экологической, экономической и личностной сферах, что позволяет будущему специалисту стать конкурентоспособным за счет осмысления и освое-

ния технологий эффективного социального взаимодействия и коммуникативной культуры в профессиональной сфере [2].

Интеграция технического, естественнонаучного и гуманитарного знания позволяет преодолеть сложившееся в практике подготовки специалистов в вузе противопоставление гуманитарной, технической, естественнонаучной сфер деятельности, мышления и образования. Разделённость этих сфер в системе российского образования не позволяет расширить профессиональный горизонт будущего специалиста, предоставить опережающее знание в конкретной и смежных отраслях знаний, в результате чего деятельность инженера, биолога практически становится не творческой, лишена инноваций, а следовательно, снижает конкурентные способности выпускника вуза.

Результаты исследования. Кабардино-Балкарский государственный университет ориентирован на развитие образования и подготовку специалистов, способных вписаться в тенденции развития глобального образования, обладающего единой культурой профессиональной деятельности (направленностью целей на сбережение жизни Земли и человека, на становление гуманных отношений с окружающей средой, обществом, человеком, на осознание мотивов профессиональной деятельности в аспекте планетарного мышления, на повышение конкурентоспособности путем интеграции новых освоенных знаний в области биологии, техники, социологии, культуры, психологии и т.п.). Гуманитаризация технического, естественнонаучного образования является целевой установкой вуза и направлена на решение следующих задач:

1. Создание междисциплинарных образовательных модулей с гуманитарной направленностью в образовательных дисциплинах специальной подготовки (технической, естественнонаучной) как условие расширения профессионального мышления студентов и их компетенций в смежных областях знаний.

2. Разработка специальных гуманитарных образовательных модулей, расширяющих профессиональные горизонты будущего специалиста, формирующих потребность открывать новые смежные знания, закономерности и взаимовлияния технического прогресса, компетенций профессионала, состояния окружающей среды (социальной, природной, личностной), создающих предпосылки для становления конкурентоспособной личности.

3. Усиление в содержании технического и естественнонаучного образования ценностной и личностно-смысловой составляющей образования, раскрывающей ценность в развитии прогресса, цивилизации, природы, техники, что позволяет придать планетарный характер мышлению студентов и воспитывать их профессиональную и личную ответственность за происходящие события.

4. Разработка технологических модулей гуманитарной направленности в блоке специальных дисциплин, обеспечивающих накопление у студентов в процессе профессиональной подготовки способов профессиональной деятельности, позволяющих будущему специалисту адекватно, своевременно и гуманно решать научно-технические, социальные и личностные проблемы.

5. Обеспечение студентам возможностей определения в образовательной траектории в процессе профессиональной подготовки – получение основного профиля подготовки, гуманитарного (языкового, экологического, социального, правового, экономического и т.п.) или междисциплинарного, что усиливает их конкурентоспособность на рынке труда.

6. Создание в университете гуманитарной среды научно-профессиональных коммуникаций, позволяющих студентам приобретать опыт интеграции в мировое пространство, презентации результатов научной и технической деятельности, соотнесения уровня своей профессиональной подготовки и требований мирового сообщества к конкурентоспособному выпускнику вуза.

7. Разработка системы управления качеством подготовки конкурентоспособного специалиста с гуманитарной и гуманистической направленностью целей, видов деятельности, механизмов управления субъектами и объектами образовательного процесса вуза, обеспечивающих вхождение его в мировое образовательное пространство и соответствие требованиям Болонского соглашения к подготовке выпускников вуза.

Идея интеграции технического, естественнонаучного и гуманитарного знания позволяет разработать междисциплинарную модель содержания профессионального образования для подготовки бакалавров и магистров по направлениям «Химическая технология», «Техносферная безопасность» на принципах интеграции и междисциплинарности.

Для проектирования междисциплинарной модели профессионального образования и разработки интегрированных образовательных модулей актуализировались следующие типы междисциплинарных связей:

1. Междисциплинарные прямые связи в конкретной области знаний, обеспечивающие качество подготовки компетентного и конкурентоспособного выпускника вуза по одному из выбранных профилей в рамках образовательного стандарта.

2. Междисциплинарные прямые связи в конкретной области знаний, базирующейся на знаниях другой дисциплины, предшествующей изучению данной дисциплины профессионального цикла (обе дисциплины входят, как правило, в один блок). При создании такого образовательного модуля, раскрывающего междисциплинарные прямые связи, необходимо определить структуру системных связей всего блока и базисные знания каждой дисциплины. В качестве примера можно привести образовательные модули «Психология индивидуальных различий и познавательная деятельность», «Информатизация правовых систем общества и его национально-региональные особенности», раскрывающие особенности овладения различными компетенциями и региональные проблемы информатизации и коммуникации.

3. Междисциплинарные научно-исследовательские прямые связи, раскрывающие горизонты развития профессиональной отрасли, выступающие в качестве опережающего знания, создающие предпосылки для самообразования и творческой деятельности выпускника. Междисциплинарные научно-исследовательские прямые связи могут эффективно обеспечивать подготовку конкурентоспособного специалиста в том случае, когда две и более дисциплины объединяются в единый образовательный модуль на основе общей проблемы, требующей решения в науке и практике, или объекта исследования, но рассматриваются в различных аспектах и отраслях науки, изучаются различными методами. В этом случае студенты решают задачи по определению общих проблем на производстве, в социуме, экономике и т.п., по осуществлению сравнительного анализа и интеграции путей решения проблемы. Например, модули «Синергетика физиологической адаптации» и «Математические методы принятия решений в гуманитарных исследованиях» рассматривают общие научные проблемы исследования в разных отраслях наук, но обусловленные синергетическими взаимосвязями.

4. Междисциплинарные причинно-следственные связи, определяющие зависимость состояния техники, экономики, экологии, социума, личности от человеческого фактора и профессиональной компетенции специалиста, обеспечивающие формирование личности специалиста с планетарным и гуманитарным типом мышления. Междисциплинарные причинно-следственные связи формируют у студентов средствами разных образовательных модулей интеллектуальные способности в понимании и оценивании последствий профессиональной деятельности, способов и качества деятельности, изменяющих производство, технику, экологию, социум и личность. Например, образовательные модули «Промышленная экология. Природопользование», «Химия и общество» и «Нейроинформатика», раскрывающие междисциплинарные причинно-следственные связи, в контексте инженерного (естественнонаучного) образования позволили эффективно развивать логические методы анализа и умозаключений, пространственное воображение, образно-интуитивное мышление и т.д.

5. Междисциплинарные надпрофильные гуманитарно-прикладные связи, направленные на формирование гуманитарной практики профессиональной деятельности (экобережение, социальная поддержка, благотворительность и т.п.) и опыта инновационного поиска новых технологий профессиональной деятельности из смежных отраслей и сфер. Эффективность междисциплинарных надпрофильных гуманитарно-прикладных связей в становлении конкурентоспособного

выпускника вуза обеспечивается при условии, если понятия одной науки используются при изучении другой, раскрывая новые возможности модернизации будущей профессиональной деятельности в аспекте гуманизации и гуманитаризации практики, фундаментализации и экологизации профессиональных знаний и технологий. Например, интегрированный курс «Современное производство в картине глобального мира» позволяет студентам не только обнаружить междисциплинарные знания, но и определить свое место в будущем производстве, роль в модернизации и развитии техники, экологической среды, социального пространства, а также осознать личностный смысл будущей профессиональной деятельности и ответственность за качество профессиональной подготовки, обеспечивающей конкурентоспособность выпускника вуза.

При формировании интегрированных образовательных модулей необходимо определиться в их целеполагании, месте в целостном содержании профессиональной подготовки и в конкретном блоке, методах их разработки, в степени включенности отдельных образовательных модулей в конкретную дисциплину, в общее проблемное поле профессиональной подготовки, в характере междисциплинарных связей и возможном выборе студентами индивидуальной образовательной траектории. Процессы интеграции технического, экологического, гуманитарного знания определяют тип междисциплинарных связей, объем интегрируемого содержания и технологию реализации такого образовательного модуля. Например, интегрированный образовательный модуль «Философия техники», раскрывающий междисциплинарные связи, эффективно реализовывался в лекциях – «Введение в химическую экологию», «Основы компьютерных технологий в гуманитарных науках»; в семинарских занятиях по спецкурсу «Социальная экология» – «Корпоративная культура», «Профессиональная дискуссия»; на практических занятиях в виде диалогов профессионалов (инженер, пожарник, педагог, психолог, сотрудник МЧС) об одной проблеме («Пожары и борьба с ними» или «Техника, медицина и человек»). Такие интегрированные образовательные модули, выстроенные на принципах междисциплинарного взаимодействия, взаимодополнения и интеграции естественно-научных, гуманитарных и технических дисциплин, раскрывают новые аспекты сосуществования природы и человека, общества и человека. Интегративные процессы в образовании приводят к открытию новых направлений подготовки на стыке разных областей знания, без которых немислимы новые технологии, например, «Техносферная безопасность», «Биотехнические системы и технологии», «Информационная безопасность», «Бизнес-Информатика» и др.

Разработка идеи интеграции технического, экологического, гуманитарного знания в профессиональной подготовке бакалавров опирается на теоретико-методологические основы, нашедшие свое отражение в работах А.Я. Данилюка, А.И. Еремкина, Б.П. Есипова, И.Д. Зверева, К.Ю. Колесиной, Ю.А. Кустова, Н.А. Лошкаревой [3]. Авторы исследований определяют интеграцию как систему нового педагогического знания о методах, формах и уровнях самоорганизации знания в сознании в процессе обучения; ее технологическим компонентом являются новые образовательные системы личностно-развивающего типа – интегральные гуманитарные образовательные пространства.

Интеграция технического, естественнонаучного и гуманитарного знания обусловила модернизацию учебных планов по профилям и графика учебного процесса подготовки бакалавров. Рабочий учебный план, созданный на принципах интеграции и междисциплинарного подхода, позволит систематизировать образовательные модули, определить логику освоения содержания профессионального образования (от конкретной производственной проблемы до научного и технологического обоснования путей ее решения, от научных изысканий – к моделированию путей ее разработки, от актуализации знания в конкретной сфере – до раскрытия междисциплинарных зависимостей и т.п.). График учебного процесса приобретёт интегрированную форму организации процесса обучения студентов – обязательный федеральный образовательный модуль, отражающий существенные и фундаментальные междисциплинарные связи; образовательные междисциплинарные модули профессионального блока, раскрывающие внутри-

предметные и межотраслевые связи; дисциплины междисциплинарных связей, обеспечивающих выбор студентами индивидуальной образовательной траектории. График учебного процесса будет строиться на принципах: межпредметной обусловленности, позволяющей создать интегрированную систему содержания профессионального образования; приоритета ценностей человека и его жизни в технической, экологической и социальной сферах; расширения профессионального сознания от индивидуального до планетарного, определяющего степень профессиональной и личной ответственности за происходящие на Земле явления; междисциплинарной актуализации профессиональных знаний в их специфичности и разнообразии; концентричности междисциплинарных связей, обуславливающей расширение компетенций будущего специалиста, способов саморазвития конкурентных способностей студентов и инновационной деятельности. Например, в дисциплину «Введение в специальность» включены технологический, экологический, социальный, цивилизационный, психологический аспекты будущей профессиональной деятельности, помогающие студентам не только адаптироваться в профессиональной деятельности, но и оценить правильность профессионального выбора, нацелиться на формирование навыков планетарного осмысления будущей профессии и своего места в ней.

Вывод

В ходе эксперимента подтвердил свою эффективность в развитии конкурентоспособности выпускников вуза интегрированный курс «Человек и природа», что обеспечивалось его местом в системе образовательных модулей (изучение после курсов истории, культурологии, философии, психологии); гуманитарной направленностью (смысловым ядром является человек, позитивное или негативное развитие общества); междисциплинарной обусловленностью психологии человека и психологии работа как технического воплощения идеи человека о сверхчеловеке.

Библиографический список

1. Махмутов М.И. Теория и практика проблемного обучения. – Казань, 1972. – 365 с.
2. Немчанинова О.Л. Гуманитаризация образования в контексте синергетического подхода: опыт реализации [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://teoria-practica.ru/index.php/3-2006/198-2009-12-26-11-28-13/155-2009-07-18-06-48-54>.
3. Пичугин С.С. Интегративный подход к построению образовательного процесса как условие развития творческих способностей младших школьников: Дис. ... канд. пед. наук: 13.00.01: Уфа, 2003. – 201 с.
4. Lévi-Strauss Cl. Anthropologie structurale deux. Paris: Plon, 1973, 1996 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://yanko.lib.ru/books/cultur/stross_struktur_antrop.htm.

Khuranov A.B. *The idea of integrating the technical, science and humanities education as a condition for the preparation of competitive specialist.*

Humanistic trends in education actualized the idea of integrating the technical, science and humanities, with a multitude of contradictions that have arisen with the development of technical ideas and implementing them in practical human activity. These contradictions can not be overcome without the preparation of a new type of specialist with a high level of professional technical and humanitarian skills, ready to compete and work to solve society's problems and personality humane and civilized means.

Keywords: humanization of education, the integration of the content of vocational education, interdisciplinary educational modules.

К ВОПРОСУ ФОРМИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ СПЕЦИАЛИСТА

А.Ж. Насипов

В статье рассмотрены сущностные характеристики, этапы становления, а также теоретическая модель технологической культуры специалиста. Показано, что технологическая культура специалиста является сложной динамической системой, связанных между собой структурных и функциональных компонентов.

Ключевые слова: технология, культура, специалист, технологическая культура специалиста.

Переход к технологическому обществу все больше повышает требования к уровню технологической подготовки специалистов, интегральной целью которой является формирование технологической культуры. Как показывает практика, выпускники высшей школы не готовы к технологической деятельности во взаимодействии с предметной и социальной подсистемами профессиональной среды. Это связано с недостаточным развитием у них профессионально важных качеств, отсутствием проектного мышления, готовности к преобразовательной деятельности, обеспечивающих специалисту достижение успеха в конкурентной борьбе. А конкурентоспособность в профессиональной сфере, способность адаптироваться в быстро меняющемся мире определяются уровнем технологической культуры специалиста.

В отечественной педагогике выявлены сущность профессиональной культуры специалиста и ее основные виды: педагогическая, психологическая, информационная, конфликтологическая, методологическая и др. Однако технологическая культура как вид профессиональной культуры специалиста, за исключением технологической культуры педагога, до сих пор не стала предметом научного исследования.

Говоря о технологической культуре, необходимо четко определить смысл базового понятия «технология». Существует достаточно много определений этого термина. В рамках данного исследования мы выбрали наиболее универсальное из них, предложенное в работе [1]: «технология – это система условий, форм, методов и средств решения поставленной задачи».

Понятие технологии прочно вошло в общественное сознание со второй половины XX века и стало своеобразным регулятивом научного и практического мышления. Регулятивное воздействие технологии состоит в том, чтобы находить основания результативности деятельности, мобилизовать лучшие достижения науки и практики достижения требуемого результата, строить деятельность на интенсивной, а не экстенсивной основе, уделять большое внимание прогнозированию и проектированию деятельности, максимально автоматизировать рутинные операции и т.п. Иными словами, технологичность становится доминирующей характеристикой деятельности человека независимо от его профессии, означает переход на качественно новую ступень эффективности, оптимальности [2].

В технологическом плане уровень развития профессиональной культуры специалиста определяется уровнем развития технологических знаний, умений, навыков. При этом, по мнению А.М. Новикова, умения необходимо поставить на первое место, так как в конечном итоге квалификация специалиста определяется не тем, что он знает, а тем, что он умеет [3].

Технологические умения могут осуществляться на разных уровнях:

- *операционном*, когда специалист выполняет лишь отдельные технологические операции;
- *тактическом*, когда специалист выполняет полный технологический процесс. Тактический уровень наряду с овладением комплексом технологических операций требует ряда других компонентов – способности к быстрой ориентировке в изменяющихся производственных си-

туациях, владения общими алгоритмами рационального построения действий и их последовательности, умения технологического планирования, умения распределения ролей при коллективной организации труда и т.д.;

– *стратегическом*, когда специалист ориентируется во всей системе производства, его экономических, технологических и социальных отношениях, самостоятельно определяет место и цели собственной профессиональной деятельности в соответствии с общими целями предприятия, фирмы, где он работает. Данный уровень требует развития ряда «надпрофессиональных» качеств личности: высокоразвитых познавательных умений, развитой творческой активности, умения самоанализа процесса и результатов деятельности, широкого кругозора, коммуникативности и т.д.

Условно можно определить так: операционный уровень – это работник–исполнитель; тактический – активный работник; стратегический – творческий работник. Естественно, профессиональным учебным заведениям всех уровней желательно воспитывать специалистов высшего, стратегического уровня профессиональной деятельности.

Таким образом, можно констатировать противоречие между социально обусловленной необходимостью формирования технологической культуры специалиста и отсутствием научно-педагогического знания о сущности этого вида культуры, закономерностях его формирования в условиях вузовской подготовки и требованиях к процессу обучения, обеспечивающему ее формирование и развитие.

Названное противоречие позволяет нам актуализировать ряд вопросов: какова сущность технологической культуры специалиста? Каковы этапы становления и развития технологической культуры специалиста? Какие структурные и функциональные компоненты образуют целостную динамическую систему технологической культуры специалиста?

За последнее десятилетие проблема технологической культуры нашла широкое отражение в различных аспектах научного знания: философском, педагогическом, психологическом, культурологическом и др. Несмотря на широкий диапазон исследования сущности данного понятия, в научной литературе до сих пор нет однозначной его трактовки.

Рассмотрим некоторые из наиболее часто встречающихся в научной литературе определений понятия «технологическая культура». Ю.Л. Хотунцев определяет технологическую культуру личности как культуру преобразующей, творческой природосообразной (экологически оправданной) деятельности, которая включает в себя десять граней. Технологическая культура трактуется им как человеческое качество, характеризующее его знания, умения и навыки (когнитивный уровень), а также эмоционально-нравственное отношение к данному виду деятельности (аффективный уровень) и готовность действовать с учетом ответственности за свои действия (конативный уровень) [4].

Проблеме технологической культуры уделяется значительное место в работах В.Д. Симоненко [5]. В личностном плане под технологической культурой, автор понимает уровень овладения человеком современными способами познания и преобразования себя и окружающего мира. В социальном (широком) плане технологическая культура – это уровень развития общества, определяемый на основе целесообразной и эффективной преобразовательной деятельности людей.

По мнению А. Барцель, технологическая культура – четвертая универсальная культура, которая определяет мировоззрение и самопонимание современного человека [6]. Как считает автор, этическая ситуация, порожденная технологической культурой, радикально отличается от всех предыдущих – и поэтому имеет смысл вести речь не просто об этике, а о техноэтике. Техноэтика указывает на необходимость поиска новой основы для моральных представлений и предписаний: мораль не может более опираться на интересы отдельно взятой, независимой личности – на первый план выходит всеобъемлющая взаимная ответственность.

В работе [7] под технологической культурой понимается область, занимаемая технологией человеческой деятельности в культурном пространстве и включающая в себя знания и регулятивы, с помощью которых она осуществляется.

С нашей точки зрения, технологическая культура личности находит свое выражение в потребности в технологической деятельности, технологическом мышлении как мыслительной способности к преобразовательной деятельности, в способности к творческой деятельности. Потребность же в технологической деятельности выступает, с одной стороны, в качестве продукта технологического развития личности, а с другой – в форме творческих притязаний, побуждающих ее к преобразовательной деятельности.

Таким образом, **технологическая культура** – это степень развития преобразовательной деятельности, свойство развитого сознания человека, выраженное в его интеллектуальном, творческом и этическом потенциалах. Это система интеллектуальных, творческих и этических способностей и норм, реализующаяся в преобразовательной и созидательной деятельности, технологическом мировоззрении и мышлении.

Технологическая культура личности – понятие более широкое, оно включает наличие определенного объема технологических знаний и умений, информации; владение современными методами поиска решения технологических задач; развитое сознание, ориентированное на постоянный контакт с технологическими системами, стремление к преобразовательной деятельности [8].

Во многих развитых странах мира в конце 1980-х–начале 1990-х пришли к пониманию необходимости всеобщего технологического образования, в основу которого были заложены идеи концепции технологической грамотности. Концепция технологической грамотности не нашла широкого распространения у нас в стране. В работах отечественных ученых наибольшее развитие получила концепция технологической культуры, хотя наряду с понятием «технологическая культура» используются также термины «технологическая грамотность» и «технологическая компетентность».

В связи с этим мы попытались рассмотреть все эти понятия с единых позиций [9]. В качестве теоретической основы для рассмотрения данной проблемы нами выбрана концепция Е.Г. Силаевой, согласно которой процесс формирования культуры личности рассматривается исключительно как процесс формирования психологических новообразований [10].

В рамках этой концепции, психологические механизмы возникновения и закрепления новообразований в структуре личности происходят следующим образом. В так называемом равновесном состоянии личности как системы всегда доминируют одна или нескольких составляющих, обусловленных спецификой ситуации или деятельности субъекта, а также структурой свойств личности.

Процесс формирования новообразований делится на три основных этапа. На первом этапе происходит зарождение новообразования. Он связан с формированием так называемого динамического опорного ядра. Само ядро состоит из психических процессов, в которых данное новообразование (свойство) проявляется, и конкретной деятельности или ситуации, в процессе которой это свойство развивается.

Второй этап связан с совершенствованием опорного ядра. На этом этапе новообразование становится более выраженным и закрепляется в конкретной деятельности и поведении. Происходит повышение устойчивости элементов опорного ядра и динамичности в пределах ситуаций профессиональной деятельности и общения. Эти результаты достигаются за счет повторения психических состояний и их фиксации в пределах повторяющейся деятельности, т.е. возникновения стандартных устойчивых ситуаций.

На третьем этапе происходит качественно новое развитие процесса формирования новообразования. Сформированное новообразование само репродуцирует психические состояния определенного типа, вида и знака, аналогичные тем, благодаря которым оно возникло. Новообразование в качестве составного элемента уже обуславливает появление других психических состояний.

Таким образом, мы рассматриваем технологическую культуру как интегральное психическое образование человека, имеющее иерархическую многокомпонентную структуру и качественно своеобразные уровни развития. Мы выделяем три основных этапа становления технологической культуры личности: технологическую грамотность; технологическую компетентность; собственно технологическую культуру личности.

Грамотность определяется как наличие необходимых сведений из какой-либо области. Поэтому технологическая грамотность – это совокупность технологических знаний, способностей в области технологии, осознание связей между производством и обществом, воздействия технологий на окружающую среду, а также понимание природы технологической деятельности.

Технологическая компетентность – интегральное личностно-деятельное качество, характеризующее способность человека ставить и находить оптимальное решение технологических задач и проблем разного уровня сложности.

Технологическая культура включает в себя технологическую грамотность и технологиическую компетентность как начальные этапы развития. Технологическая культура личности – одна из составляющих общей культуры человека, совокупность технологического мировоззрения и системы знаний и умений, обеспечивающих самостоятельную преобразовательную деятельность с использованием научных, технических и инженерных технологий. Другими словами, технологическая культура есть некая результирующая, возникающая при взаимодействии и взаимовлиянии трех видов личностной культуры: научной, технической и инженерной [7].

Для более глубокого и всестороннего анализа феномена технологической культуры в содержательном и динамическом аспекте необходимо построить ее модель [11]. За основу теоретической модели технологической культуры личности нами выбраны следующие методологические предпосылки:

- развитие технологической культуры как психологического процесса подчиняется общим закономерностям формирования личностных новообразований;
- технологическая культура – интегральная характеристика личности, реализующаяся в преобразовательной деятельности человека;
- технологическая культура обуславливает саморазвитие личности, и прежде всего – творческих способностей;
- темп, характер формирования и развитие технологической культуры личности носит индивидуальный характер;
- технологическая культура личности имеет универсальный характер независимо от вида профессиональной деятельности человека.

Использование системного подхода ориентирует на то, чтобы рассматривать педагогический объект, в данном случае технологическую культуру личности, в трех аспектах: *как явление, как процесс и как деятельность*. С системным подходом тесно связаны структурный и функциональный подходы. При структурном подходе акцент делается на выявлении и описании строения системы и составляющих ее элементов, а также связей между ними. На основе выявленной структуры делаются заключения о других характеристиках системы. Функциональный подход направлен на выявление функций («задач») каждого элемента системы и системы в целом.

На этом основании мы представляем технологическую культуру личности в виде совокупности структурных и функциональных компонентов.

В качестве структурных компонентов технологической культуры мы рассматриваем инвариантные личностные и субъектно-деятельностные особенности личности, проявляющиеся при постановке и решении разных проблем в исследовательской, преобразовательной и проективной деятельности.

В соответствии с этим мы выделили следующие структурные компоненты технологической культуры личности: *когнитивный, мотивационно-ценностный, операциональный и творческо-деятельностный*.

Содержание **когнитивного компонента** технологической культуры личности составляют совокупность личностных, социальных и профессиональных знаний о технологическом мире, технологиях, а также развитость интеллектуальных процессов и мыслительной деятельности. Этот компонент предполагает наличие у человека технологического мышления и выработ-

ки нестандартных решений. Знания рассматриваются не как цель образования, а как средство оптимальной организации своей деятельности.

Когнитивный компонент технологической культуры личности предусматривает знание способов, приемов и методов исследовательской, преобразовательной, проектной деятельности. Он включает в себя также знание способов получения, хранения информации и ее передачи, навыки совершенствования профессиональных знаний и умений. Уровень развития когнитивного компонента определяется полнотой, глубиной, системностью указанных знаний.

Мотивационно-ценностный компонент технологической культуры характеризует наличие ценностных ориентаций и мотивов выполнения профессиональной деятельности. Мотивационно-ценностный компонент отражает профессионально-личностную заинтересованность человека в отношении использования научно-технических и инженерных технологий в своей деятельности.

Изучение технологической культуры личности в мотивационно-ценностном аспекте раскрывает ее содержание, основу которого составляют технологические ценности. По мере развития потребностей общества изменяются и переоцениваются и технологические ценности. Степень присвоения личностью технологических ценностей зависит от активности ее технологического сознания, так как установление ценности той или иной технологической идеи, системы происходит в процессе оценки.

Операциональный компонент технологической культуры предусматривает наличие исследовательских умений личности: видеть проблему, ставить вопросы, выдвигать гипотезу, давать определение понятиям, умение классифицировать, наблюдать, проводить эксперименты, делать выводы и умозаключения, структурировать материал.

Операциональный компонент представляется средствами, методами и формами организации деятельности, методами и формами планирования, контроля и регулирования ее преобразовательного процесса.

Творческо-деятельностный компонент технологической культуры личности подразумевает механизм овладения ею и ее воплощения в творческом акте. Процесс приобретения человеком технологических ценностей происходит на личностно-творческом уровне. Именно в творческой деятельности обнаруживаются и разрешаются противоречия творческой самореализации личности.

Становится очевидным, что технологическая культура является сферой творческого приложения и реализации технологических способностей личности. В технологических ценностях личность опредмечивает свои индивидуальные возможности и опосредует процесс присвоения культурных, нравственных, эстетических, этических, правовых и других отношений. Воздействуя на других, человек творит себя, определяет свое собственное развитие, реализуя себя в преобразовательной деятельности.

Выделенные и кратко охарактеризованные структурные компоненты специфически преломляются в функциональных компонентах: *исследовательском, проектировочном, конструктивном, мировоззренческом и рефлексивном*, образуя систему технологической культуры личности.

Содержание **исследовательского компонента** технологической культуры составляет комплекс умений и навыков организации исследовательской деятельности, включающий способности практической деятельности, специальные исследовательские умения, отражающие возможности человека в создании новых систем и технологий.

Потребность исследовать – это необходимая потребность интеллектуального, образованного человека, особенно человека молодого, занимающего активную жизненную позицию. Исследовательская потребность – основной внутренний побудитель познавательной потребности.

Проектировочный компонент технологической культуры мы определяем как систему действий, связанных с перспективным планированием задач и способов их решения в своей деятельности для достижения поставленных целей.

Эффективность проектировочного компонента технологической культуры обеспечивают такие субъективные свойства личности, как способность к деятельности на высоком технологическом уровне

не. Технологическая деятельность требует технологической мобильности специалиста, выражающейся способностью быстро адаптироваться к изменениям в профессиональной сфере.

Владение человеком проектировочными умениями в современных социокультурных условиях представляет собой один из ведущих критериев профессионализма и является системообразующим компонентом в структуре технологической культуры личности.

Конструктивный компонент технологической культуры представляет объект конструирования, этапы и конечный результат мысленного конструирования. Он включает действия по отбору и композиционному построению содержания информации для предстоящей технологической деятельности.

Конструктивное мастерство специалиста заключается в умении гибко приспосабливать требования спецификаций технологических систем к конкретным особенностям данного объекта. Человек, в совершенстве владеющий конструктивной функцией, всегда является хорошим методистом в избранном деле.

Содержание **мировоззренческого компонента** включает в себя умение воспринимать вероятностный и альтернативный характер течения процессов и явлений в системе «человек – общество – природа». Кроме того, это умение: оценивать ситуацию и принимать решения в условиях неопределенности; моделировать возможные варианты развития социальной реальности, прогнозировать результат и определять отношение к ним; осмысливать происходящее одновременно в терминах прошлого (причины), терминах сегодняшнего (событие) и терминах будущего (следствия); умение видеть личный смысл в любой деятельности.

Реализация **рефлексивного компонента** технологической культуры позволяет человеку осознанно подойти к решению поставленной задачи; осуществлять решение на основе методологических подходов; оценить собственную деятельность и ее результаты.

Рефлексивный компонент технологической культуры личности говорит о способности человека оценивать свою деятельность по освоению и использованию современных способов и приемов преобразовательной деятельности, о системе взглядов и установок по отношению к собственному развитию в сфере творческой профессиональной деятельности.

Выделенные и обоснованные структурные и функциональные компоненты находятся в тесном взаимодействии, образуя целостную динамическую систему технологической культуры личности.

Технологическая культура личности проявляется:

- в обладании творческим исследовательским поведением;
- во владении способами и приемами исследовательской деятельности;
- в обладании высокими познавательными способностями, адаптивностью, гибкостью и мобильностью;
- в наличии потребности в преобразовательной деятельности;
- во владении способами и методами преобразовательной деятельности;
- в умении анализировать, отражать и прогнозировать собственную деятельность и деятельность других.

Отметим, что необходимо различать понятия «технологическая культура личности» и «технологическая культура специалиста».

Технологическая культура личности заключается в стремлении (потребности и желании) и умении человека выявлять и решать технологические проблемы. В решении технологических задач в повседневной жизни для личности владение технологической культурой играет решающую роль.

Технологической культуре специалиста свойственно усвоение и использование особых, профессионально ориентированных технологических знаний, необходимых для восприятия технологических проблем. Следовательно, профессионально-прикладная специфика технологической культуры специалиста отличает этот феномен от технологической культуры личности.

Под «технологической культурой специалиста» мы понимаем качественную характеристику профессиональной деятельности специалиста в техногенной среде.

Подводя итоги изучения сущности технологической культуры современного специалиста, можно сделать следующие выводы:

1. Технологическая культура специалиста отражает социально-обусловленный уровень развития специалиста в технологической деятельности в профессиональной среде.
2. Технологическая культура специалиста имеет иерархическую многокомпонентную структуру и качественно своеобразные уровни развития. Можно выделить три основных этапа становления технологической культуры специалиста: технологическую грамотность; технологическую компетентность; собственно технологическую культуру.
3. Технологическая культура специалиста – сложное, динамичное качество личности, характеризующее готовность специалиста к решению технологических задач научными методами. Она представляет собой систему структурных компонентов (когнитивного, мотивационно-ценностного, операционального и творческо-деятельностного), которые специфически преломляются в функциональных компонентах – исследовательском, проектировочном, конструктивном, мировоззренческом и рефлексивном.

Библиографический список

1. Новиков А.М., Новиков Д.А. Методология. – М.: СИНТЕГ, 2007. – 663 с.
2. Сластенин В.А. Личностно ориентированные технологии профессионально-педагогического образования // Сибирский педагогический журнал. – 2008. - № 1. – С. 49–74.
3. Новиков А.М. Об аспектах и уровнях развития профессиональной культуры специалиста. – Режим доступа: <http://www.anovikov.ru/artikle/urov.htm> (Дата обращения: 22.02.2011).
4. Хотунцев Ю.Л. Проблема формирования технологической культуры учащихся // Педагогика. – 2006. – № 4. – С. 10-15.
5. Симоненко В.Д. Технологическая культура и образование (культурно-технологическая концепция развития общества и образования). – Брянск: Изд-во БГПУ, 2001. – 214 с.
6. Барцель А. Значение технологической культуры и техноэтики // Вестник высшей школы. – 1992. – № 8. – С. 54–58.
7. Кармин А.С., Новикова Е.С. Культурология. – СПб.: Питер. 2006. – 464 с.
8. Насипов А.Ж. Технологическая культура личности // Наука и школа. – 2008. – № 6. – С. 13–15.
9. Насипов А.Ж. Этапы становления технологической культуры личности: грамотность, компетентность, культура // Наука и школа. – 2010. – № 3. – С. 15–20.
10. Силяева Е.Г. Синергетический подход и процесс формирования культуры личности // Синергетика, философия, культура. – М., 2001. – С. 185–193.
11. Насипов А.Ж. К модели формирования технологической культуры личности // Преподаватель XXI век. – 2010. – № 3. – С. 35–42.

Nasipov A.Zh. *As to the question of the formation of a specialist's technological culture*

The article covers the essential characteristics, formation stages, and the theoretical model of the specialist's technological culture. It is emphasized specialist's technological culture is a complex dynamic system of the interconnected structural and functional components.

Keywords: technology, culture, specialist, specialist's technological culture.

СУБЪЕКТИВНЫЙ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЙ КОНТРОЛЬ В ПЕДАГОГИЧЕСКОМ ОБЩЕНИИ

Л.Ц. Кагермазова

Работа посвящена анализу успешности педагогической деятельности учителя как оптимизации его субъектности, посредством включения индивидуальной системы субъективного профессионального контроля. Развитие личностно-смыслового уровня осуществляется за счет расширения смыслового поля учителя, формирования профессиональных целей, идеалов, представлений о результате педагогического труда.

Ключевые слова: субъективный (личностный) контроль, педагогическое общение, личностно-ориентированное обучение, персонализация педагога, профессионально-личностный рост педагога.

Продуктивная разработка концепции личности как субъекта жизнедеятельности, субъекта, самовоспроизводящего свое бытие, дает возможность для исследования более частных вопросов психологических механизмов полагания себя в качестве субъекта в процессе социального и профессионального становления.

Одно из направлений изучения такого взаимодействия состоит в исследовании психологических характеристик и закономерностей субъективного контроля личности как субъекта жизнедеятельности. Мы предлагаем понимать «субъективный» в научном контексте, аналогичном взглядам на проблему субъективности С.Л. Рубинштейна, А.Н. Леонтьева, В.Э. Чудновского, где субъективность рассматривается не как «субъективизм», а как «субъектность», то есть «принадлежность деятельности субъекту» [2, с. 244].

Требования гуманизации и демократизации образования порождают проблему психологической готовности учителя к педагогической деятельности нового типа. Личностно-развивающая концепция образования и воспитания позволяет педагогу стать истинным субъектом деятельности, расширяет рамки педагогического творчества, предлагает широкую вариативность образовательных программ и методик, обилие педагогических технологий и методических разработок. Все вышеобозначенное требует от личности педагога большей внутренней упорядоченности и структурированности смыслов, ценностей, построения собственных конструктивных образно-понятийных схем, предъявляет особые требования к системе субъективного контроля профессионально-значимого поведения учителя.

Теоретическое исследование, предпринятое нами, показало, что в современной психологии выделяются и экспериментально изучаются различные психологические образования, выполняющие регулятивно-контролирующую функцию в генезисе социально-значимого поведения и профессиональной деятельности субъекта: социальные установки, направленность, жизненная позиция, смысловые установки, самосознание, ценностные ориентации, диспозиции личности и т.д. Традиционно в психологических исследованиях поведения и деятельности в качестве внутренних контролеров рассматривались ценности, цели, идеалы, самооценка, уровень притязаний, образ «Я» и т.д. Однако до сих пор не было найдено способа, который позволил бы охарактеризовать совокупность этих элементов как определенную систему.

Вместе с тем, общепринятым в психологии является положение об активности как целостном системном способе взаимосвязи субъекта с миром, в котором лишь условно можно выделить общение, профессиональную деятельность, учение и др. Соответственно, социально-значимое поведение и деятельность живого индивидуума представляют собой в каждый мо-

мент целостный и относительно завершенный акт активности, объектом которого могут выступать внутренний мир субъекта, другие люди либо предметная реальность [1, с.136].

Активность может носить репродуктивный или продуктивный характер. Очевидно, что реальная активность субъекта жизнедеятельности контролируется и регулируется комплексом психологических переменных разного порядка, в разной степени подверженных идентификации с известными теоретическими конструктами и экспериментальному исследованию. Это положение ярко иллюстрируется исторической трансформацией предмета психологического изучения в различных научных школах, так как одним из основных вопросов, занимавших наиболее известных ученых-психологов разных времен, был вопрос о взаимоотношении человека и мира, источниках, движущих силах, механизмах и регуляторах его активности; возможностях его автономности и степени ответственности за свои деяния.

С нашей точки зрения, на уровне зрелой личности существует целостная система субъективного контроля. Можно предположить, что она включает сознательные и бессознательные компоненты и имеет определенную иерархическую структуру. Различные элементы этой структуры отличаются степенью динамичности, устойчивостью, значимостью и механизмами формирования.

Индивидуальный стиль педагогической деятельности и общения, педагогическая ответственность являются проявлениями уровня сформированности субъективного контроля, определяющими личностный рост учителя.

Сущность субъективного контроля, в нашем представлении, заключается в сохранении уровня «авторствования» субъекта жизнедеятельности. Мы полагаем правомерным определить субъективный (личностный) контроль как особую форму проявления и организации активного самоотношения человека к самому себе как субъекту, отношений с действительностью, поддержания воспроизводства себя как автора собственного бытия в мире. Субъективный контроль в развитом виде позволяет человеку, оставаясь самим собой, преодолеть как социокультурную заданность, так и уровень психофизиологической данности, как бы выходя за пределы трансцендентального существования. Как отмечает В. Франкл, человек в качестве духовного существа не только сталкивается с тем, что он противостоит миру (как внешнему, так и внутреннему), но и занимает позицию по отношению к нему. Этим определяется его свобода и автономность, его уникальность в ряду других живых существ. [3, с. 166].

Можно выделить две тенденции действия внутренних механизмов контроля: одна направлена на адаптацию человека к имеющимся условиям жизни и деятельности; на поддержание социально одобряемых действий в данной конкретной группе. Здесь главенствуют привычки, присвоенные нормы и ценности социальной группы или общества, социальные установки и стереотипы. На этом уровне действуют репродуктивно воспроизводимые критерии контроля, интериоризируемые личностью в процессе социализации в данном обществе. Они, в свою очередь, могут жестко, догматично репродуцироваться или подвергаться определенной трансформации на уровне отдельного индивидуума. Трудно не согласиться с С.Л. Рубинштейном в том, что «жизнь в устоявшейся конкретно исторической и социальной ситуации с прочными связями с другими людьми по большому счету редко ставит человека перед нравственным выбором (он либо следует нравственным нормам, либо противоречит им, но сами нормы определены и окружающие не дают ему «пасть»)). Однако, когда происходит ломка этого сложившегося бытия, расшатываются основы нравственности, и человек вынужден выйти из состояния «нравственной невинности» и сознательно построить для себя новую мораль (либо занять позицию и проиграть)» [8, с. 348].

Таким образом, реально существует и вторая тенденция действия механизмов субъективного контроля, связанная с индивидуализацией, уникальностью, самоопределением, креативностью субъекта и т.п. Это механизмы, заставляющие личность принимать ответственность на себя, проявлять надситуативную активность, вступать в конфликт с общепринятым во имя достижения общих целей воспроизводства собственной субъектности, занять определенную критическую позицию по отношению к общеизвестному и существующему, а также по отношению

к своей психологической данности. Здесь личность способна продуцировать свои собственные критерии контроля активности, выступая одновременно их автором и реализатором.

Настоящее исследование подтвердило общую гипотезу о возможности выделения определенной системы психологических образований, выполняющих роль внутренних «контролеров» активности личности. Кроме того, ряд психологических образований обеспечивает аффективно-волевую регуляцию функциональных состояний и их личностную самокоррекцию.

Субъективный контроль в развитом виде позволяет человеку, оставаясь самим собой, преодолеть как социокультурную заданность, так и уровень психофизиологической данности, как бы выходя за ее пределы, что и составляет сущностную характеристику личностного роста.

Нами выделены и обоснованы компоненты системы личностного контроля: концептуальные, тактические, операциональные. При этом концептуальный уровень формируется на основе Я-концепции, самосознания, жизненной позиции, личностных ценностей, образов значимых других и отраженной самосубъектности. Тактический уровень строится на основе развития личностной рефлексии, включает в себя когнитивную компетентность, эмоциональную зрелость и социальную компоненту как способность преобразовывать социальную ситуацию. На операциональном уровне происходит аффективно-волевая регуляция функциональных состояний и их личностная самокоррекция. Мы считаем, что теоретически выделенные нами уровни субъективного контроля, естественно, не существуют автономно. В целостной личности они всегда выступают вместе, интенционально предстают в интегрированном виде, однако могут различаться между собой по степени сформированности – и этим во многом определяются индивидуальные особенности поведения личности.

Анализ проводимого нами анкетирования на предмет изучения отношения учителя к педагогической деятельности показывает, что можно выделить две группы учителей, различающихся по характеру самоощущения себя в деятельности. К одной группе относятся педагоги, воспринимающие профессиональную деятельность как возможность личностного роста, самореализации, расширения рамок своего «Я», как требующую от личности повышенной ответственности, развитых форм субъективного контроля и предоставляющую широкие возможности для персонализации. Для другой группы характерно чувство утраты «Я», вынужденного приспособления к бесконечно меняющимся требованиям, дискомфорта от необходимости постоянно жестко контролировать свои чувства и мысли.

Концепция личностно ориентированного обучения подразумевает на уровне глубинных психологических механизмов смену функционально-ролевого взаимодействия на субъектное, личностное, что предполагает не просто новую технологию, но другую философию понимания педагогического процесса. Это позволяет рассматривать характер сущностной успешности педагогической деятельности учителя как операционализацию его субъектности посредством включения индивидуальной системы субъективного профессионального контроля. Свобода педагогического выбора и ответственность за предпринятый выбор – это две стороны проявления субъектности учителя в реальной деятельности. В снятом виде характер субъектности представлен в актах операционализации персонализации учителя как субъекта педагогического взаимодействия [5, с. 78].

Принцип персонализации выделяется А.Б. Орловым в качестве одного из основных принципов в организации личностного педагогического взаимодействия. По его мнению, «персонализация педагогического взаимодействия требует, прежде всего, отказа от ролевых масок и фасадов, адекватного включения в это взаимодействие и тех элементов личностного опыта (чувств, переживаний, эмоций и поступков), которые не соответствуют ролевым ожиданиям и нормативам».

При деперсонализированном ролевом педагогическом взаимодействии профессиональное поведение учителя жестко определяется ролевыми предписаниями и ожиданиями, ситуационными требованиями. Во взаимодействии такого рода внутренняя цензура стремится унифицировать внешние проявления мыслей и чувств, согласуя их с соответствующей ролевой нормой [6, с. 93].

Понимая активность педагога как выражение его субъектности, можно отметить, что она операционализируется как бы в двух направлениях: адаптивности к профессиональным требованиям, которые порождают нормативные ситуации и, соответственно, требуют включения внутренних механизмов контроля, приводящих профессиональное поведение в соответствие с декларируемыми ценностями; и надситуативной активности, креативности, позволяющей ему продуцировать собственную профессиональную целостную систему критериев оценки и контроля деятельности, искать и находить новые способы действия. На обозначенных двух противоречивых основаниях и строится индивидуальная траектория профессионального развития педагога.

Многие годы в отечественной психологии велась дискуссия о сочетании нормативно заданного и творчески создаваемого в педагогической деятельности. Очевидно, что динамика профессионального становления учителя в послевузовский период включает три стадии:

- адаптация к профессии, на уровне которой происходит интериоризация и ассимиляция нормативно-ценностного профессионального плана;
- индивидуализация, которая может иметь конструктивную или деструктивную тенденцию;
- интеграция, на уровне которой обозначаются различия в плане субъектной включенности в профессию, выражающейся в характере педагогического творчества и степени инновационности деятельности конкретного учителя.

Общество не может полностью программировать деятельность учителя, за ним остается возможность свободного самоопределения, право на выбор собственной концепции педагогического труда и ответственность за принятое педагогическое решение. Н. Бердяев отмечал, что «общество имеет тоталитарное притязание и склонность говорить человеку: «Ты – мое создание и безраздельно принадлежишь мне...» человек принадлежит не только общественному плану, но и плану духовному, и в этом источник его свободы» [1, с. 253]. Более того, исследования Л.Г. Борисовой, С.Г. Вершловского и др. показывают, что «если молодой учитель находит условия для самореализации и самоутверждения себя в деятельности, для раскрытия в ней своих творческих сил и способностей, происходит достаточно быстрое его профессиональное становление...».

Эта традиция возрождается сегодня в авторских школах, педагогических мастерских, авторских программах. Здесь профессиональная активность педагога рассматривается в предлагаемом нами выше понимании.

В результате педагогического взаимодействия педагог не только транслирует знания, правила, нормы, ценности и т.п., т.е. содержание, заданное извне, но также передает систему своих собственных смыслов, ориентиров, оценок. Более того, в реальном взаимодействии проявляется не только содержание субъективного профессионального контроля, но и способы его операционализации [4, с. 31].

Очевидно, что в гуманистической концепции педагогического взаимодействия роль учителя не может быть сведена только к приобщению ученика к заданному социокультурному контексту посредством трансляции социально одобряемых норм, ценностей, моделей поведения; необходимо развивать и способности – аналитические, оценочные, прогностические, которые позволили бы учащимся, присвоив ценности и нормы, выработать свои внутренние параметры контроля жизнедеятельности.

Таким образом, в реальной педагогической практике происходит трансляция индивидуальности педагога учащимся, тем самым происходит персонализация личности педагога в жизнедеятельности учащихся. Как уже указывалось нами, область функционально-ролевого взаимодействия учителя и ученика определена извне.

Гуманистически ориентированные современные концепции образования во главу угла ставят личность учителя и его способность персонализировать свое личностное индивидуальное бытие в педагогическом взаимодействии с учениками. Личностный модус индивидуальности учителя выступает источником новых смыслов для учащихся.

На основе анализа работ, посвященных проблемам личностного роста, можно выделить основные препятствия росту: тревожность и защитные механизмы (З. Фрейд); трудности, связанные с необходимостью, с одной стороны, самопознания, с другой – конструктивного дистанцирования от этого знания, затруднения в способности взглянуть на себя со стороны, к отстранению (К. Юнг); стремление к превосходству как результат неуверенности человека в возможности функционировать эффективно и конструктивно взаимодействовать вместе со всеми (А. Адлер); «защитный панцирь» (В. Райха); ригидность восприятия поведения, интроекция, проекция, ретрофлексия (Ф. Перлз); переоценка значения ролевого поведения, зажатость (У. Шутца) [8, с. 368].

Ф. Перлз и другие неоднократно подчеркивали, что личностный рост не может происходить насильственно, ему нельзя обучить, его можно лишь фасилицировать. Человека можно обучить построению преобразующих моделей поведения как реальному условию воплощения субъектности, с одной стороны, а с другой – обучить способам расширения субъектности, что и составит впоследствии основания роста.

Однако здесь возникает определенная трудность экспериментальной проверки, ибо личностный рост, в отличие от профессионализма, достаточно сложно констатировать. Поэтому изучить его можно лишь опосредованно, через анализ реального поведения личности, измеряя меру ее субъектной включенности в решение жизненных и производственных ситуаций, степени персонификации и изменения модели преобразующего поведения.

В период с 2006 по 2009 гг. нами проводилось исследование психологических затруднений учителей в реализации профессиональной деятельности. С этой целью нами была разработана специальная система замеров: интервьюирование молодых специалистов, беседы; вопросы открытого типа (проанализировано более 2 тыс. анкет); анализ содержания поведения учителей в рамках имитационных занятий; за этот период нами было также посещено и проанализировано по специально разработанной схеме более 150 уроков. Мы обобщили результаты внутришкольного контроля в ряде школ г. Нальчика (СШ № 16, 1, 17). Кроме того, были классифицированы педагогические ситуации, вызывающие затруднения, описываемые учителями в ходе занятий.

Обобщение и классификация этих материалов позволили сделать следующие выводы:

1) существует достаточно представительный класс психологических затруднений учителя, связанных с изъянами в сфере профессионального самоконтроля, причем как на уровне контроля функциональных состояний, так и на уровне контроля меры субъектной включенности в деятельность;

2) можно выделить определенные группы подобного рода затруднений. Сопоставление выделенных нами психологических затруднений с данными, полученными другими исследователями (Ф. Перлз, У. Шутс, Дж. Энрайт и др.), изучавшими препятствия личностного роста, позволяет заключить, что затруднения, полученные от респондентов-учителей, правомерно квалифицировать как барьеры профессионально-личностного роста;

3) на основании частотного фактора называния того или иного затруднения возможно их ранжировать.

Нами была разработана комплексная программа развития системы субъективного контроля профессиональной деятельности в общеобразовательных школах. Предложенная программа включала четыре этапа и была направлена на фасилитацию личностного роста учителя посредством развития одного из его факторов. Мы предположили, что по мере прохождения программы учителем углубляется уровень постижения проблемы.

На первом этапе проводилась индивидуально-психологическая диагностика, целью которой являлось выявление индивидуальных особенностей внутреннего профессионального контроля и обозначения круга проблем последующей коррекции. В качестве диагностического инструментария использовался метод исследования уровня субъективного контроля (УСК); тест Кэттелла (16PF-опросник), а также разработанные нами анкеты по выявлению характера субъективного профессионального контроля педагогической деятельности и диагностико-разви-

вающая деловая игра «Выбор». В конце этого этапа участники получали также первоначальные психологические рекомендации по развитию элементов субъективного контроля.

Одной из основных задач, решаемых нами в ходе данного этапа, было создание у педагогов положительных эмоциональных установок, необходимых для смены позиций объекта исследования на субъекта.

Содержанием второго этапа было участие учителей в спецкурсе «Развитие субъективного контроля и профессиональный рост учителя», в ходе которого учителя на занятиях знакомились с содержанием основных психологических переменных системы субъективного контроля, получали информацию о механизмах, уровнях, приемах и способах самоконтроля, специфике профессионального самоконтроля педагога и особенностей его проявлений в деятельности. Одной из задач, решаемых в ходе данного этапа, было знакомство с областью психологических знаний, которая практически не освещается в рамках традиционных учебных программ.

На третьем этапе реализации программы учителям предлагалась система специальных тренинговых занятий, с помощью которых можно было развивать умение реализовывать различные формы самоконтроля. Занятия были построены по типу моделирования педагогических ситуаций и анализа стратегий и тактик поведения учителя в ситуациях педагогического выбора. На этом этапе проводились также занятия с элементами социально-психологического тренинга, направленные на формирование установок, лежащих в основе ответственного самоконтролируемого профессионального поведения.

В результате занятий, построенных по системе методов активного обучения, происходило формирование умений самоконтроля эмоциональных состояний, самочувствия, овладение приемами снятия стресса, регуляция творческого самочувствия и т.п. Осуществлялась также «пристройка» психологических характеристик и личностных особенностей учителя к требованиям современного педагогического процесса. Развитие личностно-смыслового уровня осуществлялось за счет расширения смыслового поля учителя, формирования профессиональных целей, идеалов, представлений о результате педагогического труда, коррекции профессиональных ориентаций и центральных учителя; а также посредством повышения уровня профессиональной автономности и ответственности и конкретизации творческих устремлений.

Следует подчеркнуть, что задача профессионально-личностного роста не может быть решена лишь за счет целенаправленного обучения, целью которого, с нашей точки зрения, является лишь фасилитация построения индивидуальной программы, способствующей профессионально-личностному росту педагога [7, с. 78].

Поэтому дальнейшее развитие и упрочение системы механизмов субъективного контроля профессионального поведения и деятельности учителя должно происходить в условиях реальной педагогической практики. Учитывая это положение, в содержание четвертого, завершающего этапа этой программы мы включили разработку индивидуальной, коррекционной программы для последующей самостоятельной работы.

Здесь мы предлагали учителю набор творческих заданий четырех типов: «проективный» тип, включающий в себя серию практических заданий, направленных на проектирование Я-образа «Я-учитель», проектирование программ профессионального роста; «имитационный» – содержал психологические упражнения, отражающие основное содержание процесса педагогического взаимодействия; «рефлексивный» тип – наборы алгоритмов самодиагностики, самооценки, самокоррекции, динамики субъективного контроля; «преобразующий» тип, состоящий из моделей организаций преобразующего поведения.

Построение подобных моделей основывалось на выделенных нами принципах активного преобразующего поведения, благодаря реализации которых каждый учитель может действенно изменить свою профессиональную ситуацию. В результате теоретического анализа современной психотерапевтической литературы и обобщения наших собственных наблюдений и опыта психокоррекционной работы с учителями мы сформулировали ряд принципов построения преобразующего

поведения: принцип информированности, принцип дистанции, принцип включенности, принцип конструктивной инициативы, принцип «лепки» (творческого восхождения), принцип авторства и принцип ответственности. Эти принципы позволяют учителю добиться большей автономности и расширения возможностей для реализации субъективного профессионального контроля.

Личностный профессиональный рост педагога стимулируется в процессе включения в индивидуально-развивающую программу за счет актуализации следующих моментов:

- устранение барьеров стереотипизации педагогического решения;
- развитие личностной рефлексии как способа переосмысления и перестройки своего профессионального поведения и себя как носителя профессиональных установок;
- гармонизация Я-концепции;
- выработка более реалистичных представлений о себе как субъекте педагогической деятельности;
- развитие способности инициации профессиональных решений и концептуальных моделей собственно педагогической деятельности;
- освоение технологии преобразующего поведения;
- развитие способности персонализации посредством вклада в педагогическую деятельность.

С нашей точки зрения, оптимальность педагогического общения, таким образом, существенно определяется уровнем развития системы субъективного контроля учителя. Развитый субъективный профессиональный контроль позволяет педагогу построить личностно-развивающее взаимодействие как пространство, фасилирующее личностный рост его участников.

Библиографический список

1. Абакумова И.В. Смысл как научная категория и влияние его концептуальных интерпретаций на теорию образования и обучения // Научная мысль Кавказа. – 2006. – № 13 (39). – С. 68–69.
2. Абакумова И.В., Ефименко В.Н. Содержание учебного процесса как источник смыслообразования личности. – Ростов н/Д: Изд-во РГУ, 2006. – 264 с.
3. Асмолов А.Г. Личность и общение. – М., 1999. – 287 с.
4. Кагермазова Л.Ц. Коммуникативная компетентность преподавателя: учебно-методические рекомендации. – Нальчик, 2008. – 56 с.
5. Леонтьев Д.А. Психология смысла. – М.: Смысл, 1999. – 364 с.
6. Леонтьев Д.А., Пилипко Н.В. Выбор как деятельность: личностные детерминанты и возможности формирования // Вопросы психологии. 1995. – № 4. – С. 123–124.
7. Столин В.В., Кальвиньо М. Личностный смысл: строение и форма существования в сознании // Вестник Моск. ун-та. Сер. 14. Психология. – 1982. – № 3. – С. 38–46.
8. Учитель и ученик: возможность диалога и понимания / под общ. ред. Л.И. Семиной. – М.: Бонфи, 2002. – Т. 2. – 231 с.

Kagermazova L.Ts. *Subjective professional control in pedagogical communication*

The given work is devoted to the analysis of pedagogical activity of the teacher as operation of its subjectivity, by means of inclusion of individual system of the subjective professional control. Development of personal level is carried out at the expansion of a semantic field of the teacher, formation of his professional purposes, ideals, representations about result of pedagogical work.

Keywords: subjective (personal) control, personal oriented teaching, personalization of the teacher, professional personal growth of the teacher.

ИСТОРИЯ. ФИЛОСОФИЯ. КУЛЬТУРОЛОГИЯ

УДК 1

ФОРМЫ ПРОЯВЛЕНИЯ КУЛЬТУРЫ В РАЗНЫХ СИСТЕМАХ

Р.М. Кимов

В статье предпринят нетрадиционный подход к изучению культуры, с одной стороны – в системе «субъективное–объективное» и с другой стороны – в системе «субъект–объект». Культура трактуется только как духовный феномен, исключительно присущий самому человеку.

Ключевые слова: культура, системы «субъективное–объективное», «субъект–объект».

Культура, будучи атрибутом человека, так же многогранна, как и ее носитель, а потому масштабная и глубинная ее характеристика не может быть осуществлена лишь аспектным подходом. Памятуя об этом, мы решили рассмотреть культуру хотя бы в двух системных рамках.

§ 1. Культура в системе «субъективное–объективное»

Вопрос о субъективной и объективной культуре далеко не риторический по своей сущности. Это проблема, которая заслуживает пристального внимания¹.

Обычно объективное видится лишь в материальном. Между тем, безусловно, оно имеет место также в духовном, но каким образом? Попробуем ответить на поставленный вопрос.

Индивид, равно коллектив в виде социума, общество в целом в процессе действия (познания, изучения) всегда совершает субъективный акт, связанный с любыми векторами (цели, интересы, необходимость, перспективы, рациональность и т.д.). Но при всем этом в субъективном акте потенциально заложено нечто объективное. Кажется, прав С.Э. Крапивенский, который писал следующее: «Не будучи материальным, идеальное в то же время сплошь и рядом выступает как объективное. Этот статус оно приобретает в тех случаях, когда из продукта индивидуального сознания превращается в элемент сознания общественного, в социокультурный стереотип, стандарт, эталон» [1].

В «хаосе» субъективного одни его элементы остаются самими собой, а иные из них, наоборот, функционируя, со временем преобразовываются в объективную действительность. Когда же подобное происходит? Ответ в данном случае важен как в теоретическом плане, так и в практической жизни людей. Тогда, когда субъективное постепенно распространяется на массы, общество, оно обретает общественный характер. В свою очередь объективное духовное в природе не бывает «стерильным», т.е. в нем всегда присутствуют элементы субъективного. В связи с этим мы полностью солидарны с А.С. Карминым и Г.Г. Бернацким, которые писали: «Объективность истины не означает, что она вообще полностью независима от субъекта. Ведь истина

¹ Здесь нам хотелось бы подчеркнуть следующее: идеальное, как известно, во многом есть духовное. Так что в дальнейшем мы будем пользоваться понятиями «идеальное» и «духовное» в равной степени.

существует не сама по себе и не витает где-то в потустороннем мире – она возникает в человеческом сознании как результат познавательной деятельности людей... Объективные истины, которые мы постигаем, – это человеческие истины» [2].

Какая бы ни была идеальная объективность, она все-таки не недочеловеческая. Связь ее с субъектом органическая, ибо последний всегда остается носителем, как бы фундаментом, оформителем, творцом первой осознанно или неосознанно.

Наряду со сказанным нам хотелось бы остановиться на проблеме, касающейся отношений духовной объективности и пространственно-временного фактора. Данная оговорка представляется резонансной. В самом деле, если под таким углом зрения рассматривать названную объективность, то можно показать ее принципиальную специфику, отличную от материального мира. Дело в том, что материальное во всех случаях остается таковым в смысле его объективности. Оно неуничтожимо и неотъемлемо, а просто его конкретные формы, виды, предметы имеют свойство переходить из одного состояния в другое, так что материальная объективность не знает пространственно-временного ограничения. Статус же духовной объективности совсем иной, т.е. в какой бы специфической особенности она ни выступала, бесспорно одно: ее положение в указанном (объективном) значении не вечно, а зависит от конкретного пространственно-временного фактора. Так, например, в течение столетий законы Ньютона считались универсальными и непререкаемыми, вечными во всех случаях мира. Пока это было общепризнанным, разумеется, они (эти законы) носили объективный характер. Но А. Эйнштейн доказал, что законы Ньютона объективны не в масштабах всей вселенной, а лишь в пределах ее аспектов. Далее, хотя теория относительности ниспровергателя указанных ньютоновских научных положений на сегодняшний день считается объективной духовной реальностью, ее все же уже «пощипывают», причем, как полагают некоторые специалисты в области фундаментальных наук, не без основания. Словом, перефразируя слова поэта, пожалуй, можно сказать, что ни одно духовное не вечно под луной.

Таким образом, в рамках системы «вечное–невечное» между материальными и духовными объективностями существует принципиальное различие пространственно-временного порядка.

Тем не менее духовная объективность, будучи реальной в промежутке определенных рамок пространственно-временного положения, оказывает существенное влияние на субъективное, как, впрочем, на все другие элементы общества в целом. Чего стоит одна религия в истории культуры. Она – настолько «бессмертная» духовная объективность, что и по сей день играет планетарную роль, причем, например, после раскрепощения религиозность населения в странах СНГ стала подлинным бумом.

Вообще-то общество представляет собой подлинный «набор» явлений, и в нем человек занимает центральное место. Более того, он играет двоякую роль: субъективную и объективную. Соответственно им культура человека как его духовная сторона в целом² выступает в аналогичных двух ипостасях, каждая из которых при всей их органической взаимосвязи и взаимообусловленности отличается своей автономностью (конечно же, относительной). Предположим, авторство определенных идей, мыслей, взглядов и т.п., имеющих самое прямое отношение к культуре, принадлежит некоему Ивану, и они являются его духовной собственностью. Однако всегда ли? Отнюдь, только до тех пор, пока они остаются при нем в виде субъективной культуры. В дальнейшем, если данные культурные ценности распространяются на общество, становясь тем самым его собственностью, они уже обретают принципиально новое качество, именуемое объективной культурой. Иначе говоря, субъективная

² Культуру мы считаем только относящейся к духовной стороне жизни общества (Кимов Р.М. Социально-философские проблемы культуры // Вестник Кабардино-Балкарского государственного университета. Серия Гуманитарные науки. Вып. 6. – Нальчик, 2001. – С. 35).

культура, освобождаясь от «опеки» своего носителя и становясь по существу общественной силой, достигает таким образом уровня объективной культуры.

Представляет интерес дальнейшее углубленное изучение исследуемого вопроса в плоскости соотношения (иерархии) названных двух видов культуры. Если еще конкретнее, то задача сводится к выяснению существования отсутствия между ними или равенства по значимости. При этом априори считаем, что здесь неверно говорить об их полном паритете. Одновременно хотелось бы подчеркнуть следующее: в человеческом обществе иногда бывает так, что фактор объективности не играет доминирующей роли. Конечно, такое заявление звучало бы со стороны догматиков как крамола. Однако жизнь сложнее, чем какие-то раз и навсегда взятые о ней постулаты прямолинейно мыслящими людьми.

Вопреки утвердившемуся мнению многих специалистов, культура столь же древна, как сам человеческий мир: она ровесница сознания, мышления и т.д. В то же время ее проявление своеобразно в каждой формации в истории развития человечества. Так, культура, скажем, первобытнообщинного строя имеет свою уникальность. Она «была», конечно же, примитивной. Мы слово «были» не случайно взяли в кавычки. Все дело в том, что в то историческое время общество являлось монолитным, синкретичным. В нем еще отсутствовали общественное распределение труда и частная собственность³, а потому из общины не выделилась личность, не имело место образование различных сфер, отраслей и т.п. в конституированном виде, т.е. относительно самостоятельно, хотя все эти явления потенциально находились в рассматриваемом строе. По этому поводу В.С. Барулин справедливо писал: «... Первобытное общество характеризовалось синкретизмом, неразрывной целостностью жизнедеятельности первобытных коллективов. Здесь еще не вычленились ни сфера материального производства, ни другие сферы как сферы (курсив наш – Р.К.) и соответственно не развились и связи между ними. В целостной слитности жизнедеятельности рода или племени объединялись, взаимообуславливались, переплетались и материально-предметные производственные действия, и примитивная коллективность, и управленческие решения, и форма духовного обоснования любых действий и поступков» [3]. Ясно, что все это имело самое прямое отношение также к культуре. Следовательно, как мы писали выше, она просто не существовала самостоятельно вообще.

С переходом к рабовладельческому обществу кардинальным образом изменилось социальное лицо общества: произошло общественное разделение труда, появился институт частной собственности, образовались различные сферы жизни, социальная структура вместо однородной стала дифференцированной, а над всем этим функционировала новая форма управления в лице государства. Соответственно, сформировалась культура в автономной форме, причем в своей разновидности как субъективная и объективная.

³ Обычно отечественные специалисты считают основополагающим фактором в жизни людей собственность (особенно частную собственность). Мы еще в 1974 г. высказали мнение против этого. Причем к такому выводу пришли, опираясь на следующую мысль К. Маркса: «Впрочем, разделение труда и частная собственность – тождественные выражения: в одном случае говорится о деятельности то же самое, что в другом – о продуктах деятельности». (К. Маркс и Ф. Энгельс. – Соч., Т. 3. – С. 31). Как видно по К. Марксу, общественное разделение труда и частная собственность стороны одной и той же сущности, во-первых, и, во-вторых, все-таки вторая результат первого, т.е. как бы его производное. Почему-то как до, так и в постсоветское время данное положение этого гениального мыслителя практически остается вне поля зрения исследователей, хотя оно, по нашему глубокому убеждению, носит вполне фундаментальный характер. Разве здесь должно быть причиной то обстоятельство, что К. Маркс по многим социальным вопросам был неправ, а порой стоял на позициях догматизма. Ведь немалые его теоретические положения все же верны, и их цитирование нам не представляется сколько-нибудь криминальным. Словом, он где-то прав, а где-то неправ. Отсюда пора твердо дифференцированно подходить к учению марксизма и уверенно пользоваться позитивной его частью, которая не потеряла свое значение и поныне.

Со времени такого раздвоения начинается процесс «соперничества» между ними. Попробуем эту посылку подтвердить конкретными примерами. Здесь нашей исходной точкой является следующее: во все времена, включая даже исторически первую формацию человеческого общества, любые творения материального и духовного порядка имели авторов, хотя практически далеко не всегда это можно установить. К примеру, так называемые народные песни. Авторы многих из них неизвестны. Тем не менее они были или есть. Даже если некая песня претерпевает текстовые изменения, то и тогда это дело рук индивида, а не всего народа. Иначе говоря, о каких бы человеческих деяниях ни шла речь (культурных, политических, правовых, научных, философских, этических, эстетических и других общественных явлениях), все же мы не должны забывать, что в них всегда особое место занимает «перводвигатель» в лице индивида. Затем ситуация, конечно же, меняется. Субъективная культура преобразовывается в общесоциальную силу, становясь тем самым новой реальностью с объективным качеством. Теперь они меняются: объективная культура выступает в качестве предпосылки и условия к появлению новых субъективных культурных элементов, которые в свою очередь частично или полностью либо уходят в небытие вместе с их носителем, либо переходят в разряд объективных. При этом мы убеждены, что подчеркнутая особенность во взаимосвязи между названными сторонами культуры, включая их взаимопереход, в принципе неуничтожима. Только в этом смысле представляется справедливым и верным видеть «неравновесность» между последними, а набившее оскомину положение о том, что объективное определяет субъективное, здесь не «работает».

Культура в нашем понимании, как уже подчеркивалось выше, не есть постоянное позитивное. Она действительно видится нами в двух ипостасях: в плюсовой (позитивной) и минусовой (негативной). Характеризуя ее в таком плане, мы одновременно допускаем, что система «плюс–минус» не есть привилегия или недостаток только субъективной или объективной культуры. Последние, на наш взгляд, здесь в принципе находятся в паритете. Об этом свидетельствует немалое число примеров из истории жизни людей. Остановимся лишь на некоторых из них. Так, за годы гитлеризма Германия оказалась на обочине истории по самым разным параметрам социальной жизни, в том числе культуры. Фактически подавляющая часть немцев оказалась под гипнозом фашистской идеологии. Лозунг «Германия превыше всего» стал смыслом их жизни.

Нечто подобное имело место также и в России в период Октябрьской революции (переворота). Демагогические призывы типа «Землю крестьянам, заводы и фабрики рабочим», «Долой буржуазную культуру», «Грабь награбленное» и т.п., обращенные к простому необразованному и политически неустойчивому народу, материализовывались в агрессивности и грабежах, воровстве, и самое страшное – в неопишуемой жестокости. Разве не столь же потрясающие дикости творились во времена хваленной так называемой Великой французской революции? Разумеется, да.

На крутых поворотах истории всегда происходят однотипные деяния. Они бывают положительными и отрицательными. Однако в приведенных нами примерах, безусловно, зло многократно превосходит добро.

Могла ли в этих условиях оставаться культура «девственной»? Конечно, нет. Более того, сказанное относится в самом прямом смысле слова также к ее видам (субъективному и объективному). Кажется, в подобных случаях не будет преувеличением считать определяющей именно низменную культуру во всех ее проявлениях.

С другой стороны, в благоприятных исторических условиях, наоборот, культура в целом и в рассматриваемом разрезе вполне обретает возможность реализовываться по линии прогресса, так сказать, в плюсовом направлении. Достаточно сослаться, например, на древнегреческую культуру и

на культуру эпохи Возрождения (Ренессанса). Они известны истории как вполне четко выраженные этапы в совершенствовании субъективной и объективной культуры.

Получается, статус культуры в целом и в рассматриваемых ее видах в частности отличаются непостоянством в качественном отношении. В его содержании то преобладают плюсовые, положительные моменты, то минусовые, отрицательные моменты в связи с конкретными, историческими обстоятельствами⁴.

Безусловно, желательно, чтобы их соотношение было в сторону позитива. А это реально возможно, как и в других рассмотренных случаях по вопросу, отнюдь не одним повышением материального благосостояния населения. Здесь ничуть не в меньшей степени велика роль мобилизации всех духовных сил, в том числе культуры, имеющих позитивную основу, при одновременном постоянном и компетентном их совершенствовании по восходящей линии. Тогда возможно постепенное если не всех без исключения, то, по крайней мере, многих негативных, минусовых аспектов культуры. Правда, это теория, но стоит начать действовать практически, и сама жизнь подскажет многое. Сказанное особенно относится к современной России, находящейся, к великому сожалению, в угрожающем состоянии, а потому взяться за данное преодоление этого катастрофического положения культуры и в целом духовной жизни сопряжено с исключительными трудностями и с большой ответственностью и риском. Однако нам не дано иного, если хотим выжить и твердо занять свою нишу на цивилизационном небосклоне.

§ 2. Культура в системе «субъект–объект»

В настоящем параграфе мы не ставим перед собой задачу рассмотреть культуру во всех аспектах системы «субъект–объект». Речь пойдет лишь о ее реальном функционировании в рамках «человек (человеки) как субъект и человек (человеки) как объект» с преимущественным тяготением в сторону гносеологии.

Рассматривая культуру, мы ведем речь о человеке, который в зависимости от условий и обстоятельств выступает то как субъект, то как объект. Ведь субъектно-объектная картина любой действительности представляет собой как бы некий сплав. Если говорить по-другому, без субъекта нет объекта, и, наоборот, где исключен объект, там бессмысленно искать субъект, правда, когда говорится относительно человека в пределах системы «субъект–объект». Одновременно хотелось бы подчеркнуть, что в пределах названной системы мы не ставим целью заниматься выяснением соотношения между субъектом и объектом по важности, да и вообще кажется неправильным ставить такую задачу перед собой, так как в зависимости от конкретной ситуации каждый из них вполне может оказаться доминантой.

Начнем с того, каким образом субъект культуры сказывается, отражается на объекте культуры. И в том, и в другом случае эпицентром выступает человек. Но вместе с тем субъект – источник культуры, а объект – получатель культуры. Правда, на первый взгляд, данный тезис вроде бы трактует субъекта культуры в положении активной стороны, а объекта культуры, наоборот, вроде бы пассив-

⁴ Бытующее, по крайней мере, среди определенной части политиков, ученых и других слоев общества мнение, будто в революционные периоды истории сознательность массы возрастает значительно, мягко говоря, блеф. Наоборот, как раз, чаще всего раскрывается звериная сущность человека, не важно, из-за эмоционального всплеска или по другой причине. Причем это касается не одной толпы, которая не представляет и не пытается понять сути происходящего, а просто руководствуется бандитским способом «грабь награбленное», чтобы таким образом удовлетворить свои узкие и низменные интересы типа: «У их отнимем и будет нашим». Немалая часть образованных в той или иной мере людей (вспомним Октябрьскую революцию 1917 г.) часто оказываются вместе с чернью в гуще этой вакханалии.

ной. В действительности реальность совсем иная. Обе они «работают» активно в рамках своей компетенции. Разница лишь в том, что субъект культуры – как бы первопричина в их взаимодействии. Но это никак не доказывает, будто она всегда первенствует. И все же, будучи «первотолчком», ее влияние, воздействие на объект культуры, конечно же, очевидно. Так, например, культурный арсенал главы семьи оказывает определенное положительное или отрицательное влияние на членов этой ячейки. Далее, культура обоих родителей также играет аналогичную роль по отношению к их детям.

То же самое происходит в кругу молодых, по крайней мере, до совершеннолетия, т.е. культура старших, как правило, становится примером для них. Отсюда видно, как существенна роль субъекта культуры по отношению к объекту культуры. Причем в соответствии с различием субъектов последние могут выступать в самых разнородных ипостасях. Тут мы абсолютно разделяем мнение известного российского философа В.В. Ильина, который считает: «Рассмотренный по фарватеру субъект неоднороден, разнопланов, представляет многогранное объединение структур и образований от индивида, социальной группы, класса, общества, сообщества до цивилизации и человечества в целом. Субъект поэтому – не обязательно конкретное физически осязаемое наделенное человеческой плотью лицо, в различных гносеологических контекстах вводятся разнообразные истолкования субъекта – от персонального самосознания до всеобщего духа и коллективного бессознательного (субъект в бессубъектной форме – первобытные человеческие популяции, собственные темные колебания толпы и т.д.)» [4].

Итак, субъекты культуры дифференцируются соответственно своей значимости. Стало быть, их влияние на культуры, объекты носит исключительно разнонаправленный, разновеликий характер. Но бесспорно одно: о каком бы субъекте культуры ни шла речь, она прямо или опосредованно выходит на объект культуры. В то же время далеко не всегда субъект культуры оказывает целенаправленное влияние на объект культуры: здесь вовсе не исключается произвольный, т.е. нецеленаправленный момент. Более того, обязательно, чтобы целенаправленное доминировало над нецеленаправленным в субъекте культуры вообще и в процессе его «проникновения» в культуру в частности. Кроме того, здесь обе эти стороны (целенаправленная – нецеленаправленная) могут быть и положительными, и отрицательными. Наконец, может статься так, что целенаправленный, равно произвольный (нецеленаправленный) аспект, субъект культуры может не достигнуть нужного результата в объекте культуры. Так, например, выше делался акцент на то, что глава семьи (либо родители) действительно оказывает определенное, а порой очень существенное влияние на остальных ее представителей. Представим, что родители в самом общепринятом положительном смысле высококультурны. Тогда естественно их желание видеть своих детей себе подобными, а то и лучше. С этой целью ими могут предприниматься всевозможные попытки. Здесь мы имеем дело с типичным субъектом культуры, стремящимся оказать влияние на объект культуры. Однако из сказанного не следует, будто между субъектом культуры и объектом культуры всегда существует прямо пропорциональная связь.

Теперь остановимся на обратном процессе, т.е. на месте и роли объекта культуры в субъекте культуры.

Когда ведется познавательная работа человеком (людьми) в плане изучения другого человека, равно самых различных социальных общностей, то последний рассматривается в качестве объекта. Но долго ли? Пожалуй, только до тех пор, пока он исследуется в названном ракурсе. Как только эта процедура заканчивается, человек-объект уже теряет свой ранг, чего не скажешь, например, о материальных явлениях любого уровня. Теперь отношение имеем с субъектом, как и с субъектом, который изучал его, когда он был для него человеком-объектом. В то же время считаем необходимым некоторое уточнение.

В человеке-объекте главная составляющая – все-таки разум, ибо он при любых обстоятельствах – разумное существо, а потому неважно, активно или пассивно действующее как социальный феномен. Раз так, то как же человек (объект культуры) может «поддаться безропотно» познанию, влиянию и воздействию? Конечно, же, дело вовсе обстоит не так. В данном случае он отнюдь не просто «реципиент». Объект культуры (человек, различные социумы) в свою очередь в той или иной мере прямо или опосредованно выступает в качестве «донора» субъекта культуры. Словом объект культуры каждого уровня и качества все равно в обязательном порядке оказывает свое процессуальное воздействие на субъект культуры. Причем оно (это воздействие) может быть благотворным или наоборот, отрицательным, но бесспорно одно: влияние объекта культуры на субъект культуры всегда будет существовать, не ограничиваясь никакими пространственно-временными рамками вплоть до конца существования рода человеческого.

Отсюда полагаем справедливым рассматривать субъект культуры (человек, различные социумы) и объект культуры (человек, различные социумы) с некоторой оговоркой, одновременно, соответственно, субъект – объектом культуры и объект – субъектом культуры. Таково, пожалуй, субординационное соотношение между ними. Между тем роль «перводвигателя» здесь все-таки, по-видимому, принадлежит субъекту культуры, ибо с него начинаются все остальные процессы в исследуемом аспекте культуры.

Углубленное изучение поднятых в настоящей работе проблем, судя по всему, должно в некотором смысле способствовать решению определенных неотложных задач в огромном массиве культуры, дальнейшее исследование которого является одним из глобальных российских вопросов современности, как, впрочем, и современного цивилизованного мира в целом.

Библиографический список

1. Крапивенский С.Э. Общий курс философии: учебник. – Волгоград: Изд-во Волгоградского государственного университета. ООО «Либрис», 1999. – С. 112.
2. Кармин А.С., Бернацкий Г.Г. Философия: учебник для вузов. 2-е изд. – СПб.: Питер, 2007. – С. 375.
3. Барулин В.С. Диалектика сфер общественной жизни. – М.: Изд-во Московского университета, 1982. – С. 84.
4. Ильин В.В. Философия. Т. 1. Метафилософия, онтология, гносеология, этимология. – Ростов-на-Дону, 2006. – С. 258.

Kimov R.M. *Forms of manifestations of culture in various systems*

The article represents an unconventional approach to the study of culture, on the one hand, within the system «subjective–objective» and «subject–object», on the other one. Culture is treated only as a spiritual phenomenon, exclusively inherent in man himself.

Keywords: culture, systems «subjective–objective», «subject–object».

ТЕЛО, ТЕЛЕСНОСТЬ И ТЕГИМЕН В ЗАПАДНО-ЕВРОПЕЙСКОМ ИСКУССТВЕ

Е.Д. Мизай

В статье рассматривается телесность человека в изобразительных искусствах, прослеживается динамика представлений о теле и телесности в творчестве художников и скульпторов Античности, Средневековья, Ренессанса и периода Абсолютистской культуры.

Ключевые слова: духовность, живопись, скульптура.

В связи с тем, что для любого человека его собственное тело всегда является синтезом духовного и телесного, овеещественным «Я» и мерилom образа другого человека, интерес к телу и телесности в изобразительных искусствах был, есть и будет всегда. Попробуем проследить за эволюцией представлений о телесности, теле, тегимене и их отражении в живописи и скульптуре, ограничивая временные рамки «Античность – Абсолютистская культура», а территориальные границы – Западной Европой. Исключены первобытные символические образы охотников и натуралистические образы первобытных «Венер», не ставится целью в данной статье исследование искусства Нового и Новейшего времени. Таким образом, объектом является тело и телесность человека в изобразительных искусствах, а целью – выявление специфики их отражения в художественной культуре Античности, Средневековья, Возрождения и Абсолютизма.

Телесность как объект исследования анализируется в основном в XX столетии, когда наблюдается пик интереса к данной проблеме, поднятой философией Постмодерна. Популяризация идей Делеза, Арто, Мерло-Понти, Лиотара, Фуко и др. представителей привела к тому, что под телесностью понимается «тело без образа», нечто в виде человеческого опыта, существующего до всякого определенного мышления. Определений телесности много, выделим некоторые из них.

В первой группе исследователей тело и телесность считаются синонимичными понятиями [1].

Во второй, поддерживая сторонников неклассической философии, теоретики понимают под телесностью (нечто большее, нежели физическое тело человека) отвлеченный от носителя и априорный по отношению к нему человеческий опыт, сопряженный затем с индивидуальным, сущностным «Я».

Третьи рассматривают тело с атрибутикой в виде одежды, прически, украшений и т.д., именуя упаковку телесностью. И этот подход правомерен, если рассматривать телесность с точки зрения тегименологии, где тегимен – это оболочка.

Всю материальную культуру, весь предметный мир можно представить себе в виде множества тегименов, и следуя этой логике, тело человека также тегимен для его духовности, сексуальности, потенций, болезней и т.д. Тело человека как материальный носитель жизни и самого организма человека можно рассматривать в двух аспектах: земном, физическом и астральном. В том плане биологическое, первичное тело может быть тегименом для тела астрального; последнее всегда невидимо, недоступно в обычных условиях. Биологическое тело скрывает телесность, а она, в отличие от природного тела будет являться социокультурным феноменом [2]. По сути биологическое тело наделяется теми качествами и свойствами, которые придаются ему социокультурными факторами. В нашем дальнейшем рассуждении телесность рассматривается с позиции культурологии. В изобразительных искусствах телесность есть элемент художественного образа, а последний является способом и формой освоения действительности. Человек – это центральная проблема в искусстве, следовательно, изображение его тела как носителя духа обязательно для любой эпохи.

В Древней Греции и Риме сложилось искусство, проникнутое верой в человека, чью физическую силу и красоту высоко ценили сограждане. Уже в Крито-микенский период идеал красоты включал в себя высокое и стройное тело с тонкой талией, крепкими руками, мускулистым торсом у мужчин, а красивая женская фигура с высокой грудью, длинными волосами, узким торсом и пышными бедрами стала эталонной для всех времен. Изучение фресок, рельефов, статуэток эгейской цивилизации позволяет сделать вывод о том, что красивым телом гордились и тщательно ухаживали за ним. В дальнейшем идеалом мужской красоты являлся человек, чье тело и дух были гармонично развитыми, а в женской красоте акцентировали здоровое тело, правильное телосложение и красоту внешности. В «Каноне» Поликлета описана система идеальных пропорций и законов симметрии, по которым должно строиться изображение человека, и этому канону следовали многие скульпторы и живописцы.

Тело без тегимена в античном искусстве воспринимается неоднозначно. Обнаженные атлеты в древнегреческой вазописи передают особую готовность к честному поединку. Прямо стоящий с приподнятым подбородком курос или «Аполлон» Птойос не истуканы, как кажется зрителю на первый взгляд, здесь нагое тело выступает в роли тегимена для телесности.

Совершенно иной смысл имеет женская обнаженность. Чаще всего она несет информацию сексуальности, половой притяженности: уже в Древней Греции роспись килика Евфрония «Гетеры, играющие в коттаб» свидетельствует об этом. А если вспомнить традиционных античных Афродит (Хвошинского, из Неополитанского музея, Танагрскую Афродиту в раковине, Агессандровскую Афродиту Милосскую; Киренскую и т.д.), то нужно признать, что подтекст появляется иной: нагота являет совершенную красоту, но не земной женщины, богини. Идеальная женская красота, следовательно, недостижима, но ее частичное воплощение встречается в жизни. Так как у древних греков ордер был воплощением совершенства, то женская фигура в хитоне напоминала сначала дорическую колонну, затем ионическую, когда хитон опоясывается на талии и крест-накрест на груди, а прически «греческий узел», «лампадион», «бант Аполлона» и разнообразные украшения в сочетании с макияжем дополняли этот идеальный образ очеловечившейся колонны ордера [3]. Примером может служить Артемида из Габий Праксителя: наряд, прическа, обувь богини повторяют облик прекрасной гречанки.

Запечатленная в образах эпоха передает мельчайшие детали костюмов, но они служат не столько тегименом для тела, сколько оболочкой для телесности.

Сходны с греческими и древнеримские представления о прекрасной телесности, но римляне пошли дальше, обогатив и развив древнегреческую культуру. Они создали новый идеал красивого человека, соответствующего новому государству: суровый, выносливый воин и его подруга, обладающая величественной осанкой, плавной походкой и прочими достоинствами. Знаменитый римский скульптурный портрет дает нам возможность поэтапного отслеживания этрусского и греческого влияния (см. «Этруская статуя война», «Аполлон из Вей»), а фресковые росписи и мозаичные работы в Помпее и Геркулануме – о видах занятий и о досуге женщин и мужчин. Рельефы арок и триумфальных колонн изобилуют человеческими телами, поданными в разнообразных ракурсах и позах. Именно в древнеримском искусстве возникает тема христианства («Статуя Доброго пастыря», «Статуя проповедующего Христа»), а также тема телесности этносов, населявших громадную территорию этой империи («Портрет сирийки», «Портрет мальчика ливийца», «Портрет негра»). Этнохарактеристика в круглой скульптуре дополняется живописными работами из Фаюма (портрет пожилого римлянина, юноши в золотом венке, женщины с жемчугами), и в них подчеркивается достоинство, ум, красота изображенных людей. В римском искусстве акцентируется лицо человека со всеми его добродетелями и пороками, в то время как в Древней Греции лицо не прорабатывалось в скульптуре, а в живописи лицу не уделялось столько внимания, сколько требовало тело.

В народной смеховой культуре Средневековья представления о теле зафиксированы в маргиналиях, в изобилии разбросанных на полях английских, северофранцузских (Артуа, Пикардия), парижских и фламандских манускриптов. Восхищение телами акробатов, жонглеров, совмещавших разнохарактерные профессии и выступавших перед публикой в роли универсальных исполнителей, сочетается с открытым или скрытым пренебрежением к уродцам, которые на ярмарках выставляли напоказ свое тело: гиганты-великаны и карлики, бородастые женщины и т.д. Особая роль отводилась шутам: «На капители собора в Уэльсе урод в шутовском колпаке корчит рожу, распыливая пальцами рот... Гиперболизация размеров рта – один из приемов создания гротескной фигуры вечно алчущего обжоры [4]. К этому добавлялся комизм безобразия, отклонений от нормы: в амплуа шутов подвизались карлики (см. капитель музея в Ангулеме), горбуны (см. работы Брейгеля Старшего), обжоры с большим животом, бритоголовые и т.д. С другой стороны, фокусники показывали трюки шпагоглотания, протыкания кинжалами рук и ног, в результате чего рекой текла кровь и т.д., формируя у средневекового зрителя новое отношение к телу, преодолевающего боль и пытки. На самом деле их не было, но иллюзию шпильманы Средневековья создавали мастерски. В церковном средневековом искусстве худоба, изможденность плоти нормативна: нет упитанных до безобразия фигур. На капители церкви Сан-Пьер в Ключи Адам и Ева изображены с выпирающими ребрами, что, на наш взгляд, не соответствует Библии, где говорится о создании человека по образу и подобию божью. Но этот рельеф передает отношение к телесности данной исторической эпохи, где умерщвление плоти во имя спасения души только приветствовалось. Сравнивая отношение к телу-тегиму в Средневековье с Античностью, отметим разность мотивации, подмеченную в барочную и классицистскую эпоху: «Муций Сцевола пере Порсенной» Рубенса сжигает на огне жертвенника свою правую руку в присутствии царя этрусков, демонстрируя высокий дух гражданина Рима. В его подвиге дух мужественности и бесстрашия берет верх над телесной болью, а в религиозном искусстве последующих исторических эпох восславляется жертвенность во имя Бога и мученичество как испытание. Христос как часть божественной триады, как богочеловек, распятый на кресте, показал верующим своей жизнью и своей смертью отношение к земному мученичеству. Тема плотских страданий Иисуса Христа вдохновляла мастеров кисти и резца, тело Христа изображалось по-разному, чаще всего пытались телесность подменить духовностью или же подчеркнуть характер увечий во время бичевания и распятия. За образец возьмем работу предположительно венецианского мастера конца XIII в., выполненную темперой на дереве «Бичевание и осмеяние Христа» и сравним ее с другой – «Богородица и Христос» на створке алтаря из польского Грудзендза. Если в первом случае телесность не главное, то во втором она тщательно проработана, да еще и детализированы атрибуты мученичества.

Нужно заметить, что в Средневековье пропадает интерес к красоте плоти и возникает потребность в духовности. Хотя эта эпоха считается мрачным периодом в истории европейской культуры, она отличается высокой религиозной духовностью, характерной не только для знати, но и для огромных людских масс. Тело считается временнымместилищем души, и оно исчезает под многослойными одеждами, акцент ставится на лицо, точнее, на лик. И чем больше он напоминает лик Христа, девы Марии, тем ближе живописец или скульптор приближается к идеалу средневековой красоты. Тегимен для тела скорее показатель сословной принадлежности, отсюда регламентация в женской и в мужской одежде, демонстрирующей положение человека в обществе посредством выбора тканей, геральдических цветов; количества вышивки на изделиях; пошивом изделий из привозных или «домашних» тканей; вертикальности, вытянутости линий; цвета одежды. Если знать XIII в. позволяла себе текстиль красного, зеленого, синего и белого цветов, то простолюдины ходили в одежде серого цвета [3].

Символика цвета присутствует и в немногочисленных живописных работах; в романскую эпоху возродилась монументальная живопись и скульптура, но в изображении челове-

ской фигуры пропорции нарушались, складки одежды не соответствовали реальной пластике тела. Если фигуры размещались в тимпане, то центральная была выше, боковые – ниже, «...статуи на фризах обычно приземисты, а у статуй, расположенных на столбах и колоннах, пропорции удлинённые... Соотношение действующих лиц и места действия рассчитаны не на создание реального образа, а на схематическое обозначение отдельных эпизодов...» [5].

Витражи, скульптура и книжная миниатюра эпохи Готики носят скорее декоративный характер: статуи и статуарные группы зачастую связаны с фасадной стеной или же интерьером, они подчинены архитектуре и в то же время созданы в соответствии с «суммой богословия» Фомы Аквинского и «Великим зеркалом» Винченца из Бове. Религиозно-преображенное изображение мира предстает перед посетителями средневекового храма, отсюда и необычность трактовки тела, телесности и тегимена в церковном средневековом искусстве: первоначально это – подчинение пропорций тела задачам заполнения архитектурной плоскости или ритму форм, затем – деформация пропорций (например, скульптурная капитель церкви Сент Поль в Иссеуре, где фигуры напоминают карликов с непомерно большими руками и ногами). Потрясает до глубины души реализм отдельных работ; вот одна из них: на рельефе собора Парижской богородицы воспроизводится жуткая сцена на тему «Избиение младенцев», когда тельце ребенка, сидящего на руках у матери, воин пронзает мечом, в то время как мать голой рукой пытается остановить меч, не чувствуя того, что меч пронзил и ее ребенка, и ее саму.

В изображении светских персонажей нормативы те же, но внешний физический облик создается с учетом индивидуальных особенностей; появляется портретная мемориальная скульптура (статуя Карла V и его супруги Иоанны), совершенствуется книжная миниатюра (любопытны эпизоды, вплоть до омовения ног или наказания ребенка розгами на «Миниатюре Больших французских хроник» XIV века); с появлением рыцарской литературы сюжеты становятся разнообразнее, персонажи изображаются в костюмах своего времени, их фигуры утрачивают окостенелость, тела становятся пропорциональными и гибкими. Миниатюра Утрехтской псалтыри «Лучи от господнего факела падают на лицо псаломщика» дает нам представление о воинах копьеносцах и о лучнике, чья фигура, на наш взгляд, больше соответствует живописным традициям Возрождения, нежели Средневековья. Чести быть запечатленными удостоивались королевские особы: это и король Лотарь (Миниатюра Евангелия Лотаря), и император Оттон II (Миниатюра Регистра св. Георгия), но тела правящих особ больше соответствуют византийской манере, а не западноевропейской.

Эпоха Возрождения сопровождалась революцией в изображении тела. Средневековые каноны ощутимы в Проторенессансе: великий Джотто избегал иллюзии телесности, хотя и был первым живописцем, введшим в искусство действие; до него мастера передавали состояние покоя, а Джотто попытался изобразить движение тел. У Каваллини в мозаичных работах телам придана материальная осязаемость [6], а в аллегориях Амброджо Лоренцетти зримо предстают тиран и добрый правитель, увечные нищие, добропорядочные подданные, т.е. предпринята попытка посредством аллегории воспроизвести публичную жизнь.

Но в раннем и высоком Возрождении картина меняется: тело и телесность как отражение реального бытия выходят на первый план. У Мазаччо это – объем, характер персонажа, у Донателло и Вероккьо особая индивидуальность, задающая тон всему кватроченто, когда с середины века «ощущается растущая тяга к изящному, тонкому, элегантному. Фигуры расстаются с грубоватостью, становятся стройнее, обретают тонкие черты..., кисти рук раскрываются с сознательной границей, мы видим многообразные повороты и наклоны голов, много улыбок и обращенных вверх проникновенных взглядов» [7]. В отличие от многих мастеров, Боттичелли наделяет изображаемые им лица темпераментом и выражением: портрет молодого человека, предположительно брата Антонио с медалью античного города Комо, воспринимается как портрет современника.

Естественно, не все мастерски рисовали фигуру человека. У Доменико Венециано в «Женском портрете», например, профильный плоскостной портрет выигрывает за счет детализированного головного убора, прически и тщательно выписанного платья, а у Карло Кривелли – за счет ювелирных украшений, т.е. консерватизм традиций все еще обедняет творчество.

Тело без одежды вновь воспроизводится, к нему неоднократно обращаются мастера. Подлинно прекрасным в европейской классике считается объект, который соответствует внеэмпирическому канону, – это или персонифицированный бог, или безличный Абсолют, это может быть воплощенная в конкретных вещах красота. Библейские герои как нельзя лучше подходят для воссоздания красоты мужского тела. В культуре Ренессанса и Барокко показ наготы тела осуществляется не для демонстрации мужской анатомии, а для возвеличивания защитника Отечества. Классическим примером служит скульптурный образ Давида в решении Микеланджело Буанорроти и Донателло. Если первый прибегает по греческой традиции к полной наготы, то чисто символическая пастушья шапочка прикрывает голову «Давида» у Донателло, равно как у третьего мастера эпохи Ренессанса – у Верроккьо, нагота хрупкого подростка прикрыта короткими доспехами. Слегка драпирует героя барочный скульптор и архитектор Бернини, в отличие от него итальянец XX в. Манцу вновь обращается к наготы Давида. И нужно отметить, что вышеназванные Давиды отличаются друг от друга не только возрастом (подросток или юноша), но и пониманием библейского сюжета применительно к своему историческому времени. У Микеланджело – собирательный образ защитника Флорентийской республики, отсюда сверхобычность масштаба, гигантизм фигуры, а у Манцу – хрупкий, большеглазый, скорчившийся Давид был живым укором итальянскому фашизму.

Возвращаясь к теме возрожденческой трактовки наготы тела обратим внимание на подачу женской фигуры, когда, казалось бы, Реформация вернула прежнее отношение к наготы тела и обязательность одежды для тела восторжествовала, придворный художник Франсуа Клуэ около 1571 г. создает полотно «Купающаяся женщина». Поясной портрет надменной красавицы сугубо интимен. Как царствующая особа по осанке, по бесстрастному взгляду, она выставляет на обозрение свою наготы фигуру. Портретное сходство находили с Дианой Пуатье и с Марией Туше, т.е. работу Клуэ можно считать эпатажной – ведь выставлена на обозрение земная женская телесность не в облике Данаи, Венеры, Дианы, а «анонимной женщины». В дальнейшем именно этот прием позволяет рисовать, высекать наготы натуру и тем самым преодолевать установки общепринятой религиозной нравственности.

Изучение анатомии и физиологии человека применительно к искусству привело к тому, что тело человека в подаче высоких возрожденцев обретает свое максимальное выражение: «...другим по телесности сделался сам человек, и суть нового стиля кроется как в новом восприятии тела, так и в новой осанке человека, способе его движения» [7], осуществляемого посредством частей тела.

В портретной живописи нет чистого копирования, цель художника и в воссоздании духовности натуры, и в отблеске духа времени. Мастерски выписанный, вылепленный или изваянный портрет всего лишь тегимен для «тела без тела». Именно этой задачей руководствуются мастера-возрожденцы и используют в своей практике не только новые, но и старые приемы. О нарушении пропорций тела в искусстве Средневековья уже упоминалось выше – там главенствовала архитектура. А что заставляет Леонардо да Винчи в «Тайной вечере» изображать заведомо малый стол для группы апостолов и Христа; или Микеланджело в Пьете «облегчать» вес тела мертвого сына и занижать возраст матери, держащей на своих коленях бога-сына? Принцип легкой диспропорции используется сознательно, он позволяет создать новый, более совершенный художественный образ, где налицо новые движения и жесты, передающие драматизм ситуации.

В последующие века к этому приему прибегали многие художники. «Паника» Гойи композиционно выстроена так, что колосс подминает под себя бегущих в ужасе людей, у П. Дельво в «Рождении

дня» из обрубков деревьев вырастают поясные портреты женщин. Примеры можно продолжать, но возникает вопрос: не игра ли в диспропорцию наблюдается после открытий «возрожденцев»?

Мастера эпохи Ренессанса открыли новые возможности в передаче диспозиции членов свободного живого и неживого тела, прикованного человека, лежащего, сидящего, стоящего, — они в живописи и скульптуре воссоздали всю гамму поз и все богатство телесности: изможденного до скелетообразования (Донателло «Мария Магдалина»), чрезмерно тучного («Портрет папы Льва X» Рафаэля), подросткового (Андреа дель Сарто «Юный Иоанн Креститель»), грудничкового (Гирландайо «Поклонение пастухов»), старческого (Кастаньо «Тайная вечеря»), нагого женского (Пьер ди Козимо «Марс и Венера») и мужского (Микеланджело «Раб»).

Венецианское чинквентенто считается последней фазой в развитии итальянского Возрождения. Свое слово в изображении телесности произносят Тициан и его последователи Джакомо Пальма, Лотто, Морони, Веронезе и другие. Любовное отношение к интерьеру и костюму типично для них. «Перед нами широкие лестницы и мраморные колоннады, слуги в ливреях, разносящие серебряные блюда и хрустальные графины, музыканты, играющие во время ужина на празднично украшенных балконах, венецианские патриции и патрицианки, знаменитые художники и княжеские особы в роскошных праздничных костюмах [8].

Все это меняется в Северном Возрождении, перерождается в маньеризм. Ян ван Эйк, к примеру, любит изображать мелочи типа небритой бороды, морщин, прыщей, что нисколько не умаляет достоинство его портретов («Портрет четы Арнольфини») на фоне богатейших интерьеров, а вот у Мемлинга в глазах изображаемых людей — только боль и терпение, присущие неизлечимо больным людям, у Иеронима Босха — фантазмагорические образы во всех произведениях, будь это «Искушение св. Антония», «Корабль дураков» или «Сток сена», где телесность человека, как в средневековых инициалах, перетекает в формы животных. Если раньше считалось возможным изображать только благородство, то в произведениях П. Брейгеля-старшего отражается вульгарность, комизм ситуации, т.е. то, что позже появится в произведениях Домье и Фрагонара. Что касается физического облика людей на гравюрах А. Дюрера, то во многом они аллегоричны, философичны, и в будущем их можно будет сравнивать только с глубинами «Фауста» Гете. Выделим еще одну линию в Северном Возрождении — тело, телесность крестьян П. Брейгеля, Брауэра, Остаде и Дюрера; а с другой стороны — изображения немцев, жителей Нидерландов, Италии, т.е. этнический подход, намечавшийся в итальянском Ренессансе, получивший развитие в Северном Возрождении. Все находки и откровения в передаче телесности, совершенные в творениях мастеров Возрождения, с небольшими вариациями будут использованы художниками следующих исторических эпох.

Рубеж XVI и XVII столетий — эпоха религиозных войн, инквизиции, борьбы за высокую нравственность (в частности, Даниеле да Вольтерра закрывает наготу «страшного суда» Микеланджело). Католическая церковь привлекает искусство на свою сторону, появляется так называемый иезуитский стиль, или иначе, барочное искусство, в котором приветствуется экзальтация, экстатические состояния, всевозможные видения, запечатленные с местными особенностями. Но по сравнению со средневековым искусством акцент ставится не на зверства, не на устрашение зрителя, а на пробуждение у него сочувствия и сопричастности. Мучения не телесные, а душевные передает Хусепе де Рибера в «Святой Инессе». Инесса, брошенная в темницу, пыталась прикрыть наготу чудесными распущенными волосами. Но мучения душевные были так велики, что в ответ на ее мольбы об избавлении бог послал ангелочка с покрывалом. Миг чуда, великолепного избавления от позора передает Рибера.

Уродливое тело чаще всего было объектом насмешек. Пожалуй, от Веласкеса и Риберы ведет свое начало традиция гуманного изображения уродливой человеческой плоти. «Хромоножка» Риберы жизнерадостна, обладает чувством собственного достоинства. В облике мальчишки нет слащавой сентиментальности, его не угнетает искалеченная нога, он и в лохмотьях

чувствует себя комфортно. Что касается Веласкеса, особое место в его творчестве занимают портреты шутов: «В них с особой очевидностью и яркостью сказалось гуманистическое мировоззрение великого мастера, острое сочувствие человеческой обездоленности» [9]. Карлик Эль Примо Веласкеса умен, образован, но вынужден быть игрушкой короля.

Интересна эволюция детской телесности: от фигур Эпохи Возрождения, стоящих подобно взрослым, наряженных в копии взрослого платья (маленькая Строцци Тициана), резко отличаются детские портреты Морони: они не притворяются взрослыми, их одежда соответствует возрасту, тельца неоформленные, личики смущенные, т.е. здесь уже видно стремление передать мир детства таким, как он есть. Детская телесность в барокко и в голландской живописи резко отличается от возрожденческой: «Головка ребенка» Рубенса несравнима даже с работами Морони по экспрессии, мастерству запечатления детской непосредственности. Конечно, «Инфанту Маргариту в восьмилетнем возрасте» Веласкеса и «Портрет Елены дер Шальке» Терборха можно рассматривать как возврат к ренессансной манере, но одежда по моде XVII в. выдает стиль и соответствующую эпоху.

Подлинным чудом в передаче телесности детей являются работы Мурильо и представителей голландской школы Терборха, Питера де Хоха и др., где дается с временным опережением обстановка в духе просветительского реализма XVIII в. и даже социального реализма XIX–XX вв. Мурильо создал замечательные портреты детей. Его «Маленький нищий» трогательно беззащитен, это больной, исхудавший ребенок, бессильно склонивший голову; по-детски радостны оборванец («Мальчик с собакой») и девочка с корзиной. У Терборха это многочисленные уличные сценки или задворки дома, где мать интимно ищет вшей в головке ребенка, а ребенок повторяет действие на собаке [10].

Становление национальных школ искусства в Западной Европе требовало привнесения специфики в отображаемые события: образ итальянки у Риберы в «Святой Инессе», фламандки у Рубенса в работе «Елена Фоурман с детьми» или в «Вирсавии»; у Ван Дейка преобладают или фламандцы, или (после его отъезда в Англию) англичане. В изображении телесности учитываются местные особенности восприятия красоты и совершенства, вкусы заказчиков и самого художника.

Считается, что единый «большой стиль» возник во Франции с момента правления Людовика XIV, т.е. с 1643 г. Многочисленные войны и народные восстания, абсолютистский режим правления характерны для этого времени. Абсолютизм предопределил и многие особенности в развитии французской культуры, которая была в Европе господствующей в XVII–XVIII вв. Можно утверждать, что вкусы Людовика XIV почти полностью подчинили себе искусство. Художники, скульпторы, зодчие создали и украсили сказочный Версаль – тегимен для короля и его двора, запечатлели саму напыщенно-надменную персону короля, в аллегорической и реалистической манере отображали его военные подвиги, забавы дворян, апартаменты знати. В противовес телесности знати в работах Ван Дейка или Веласкеса, где выделяется изящество и утонченность, король Людовик XIV и его знать на полотнах И. Риго, Ш. Лебрена, де Шампеня отличаются напыщенностью, величественностью, помпезностью и могуществом. Пример изображения телесности короля-Солнца стал образцом для знати, которая требовала от мастеров кисти и резца обязательной передачи символов богатства, знатности и почти такой же конституции тела (даже если ее не было от природы), как у королевских особ.

В отличие от демонстрации и фиксации такого рода телесности, Н. Пуссен как сторонник классицизма (часто выходивший за его пределы) в картинах на исторические и мифологические темы рационален и во многом следует новому этическому и художественному идеалу: теория модусов, или иначе – образный ключ, учитывающая античную эстетику, лежит в основе его творчества. Пуссеновские композиции «Смерть Германика», «Танкред и Эрминия» возвеличивают нового героя – не короля, а мужественного и благородного полководца или преданного друга, а то и самопожертвование амазонки Эрминии. Новым по облику, достойным уважения предстает и герой Куа-

зевокса – гравер Жерар Одран, а облик молодых людей из свиты Сегье («Канцлер Сегье») Ш. Лебрена предвосхищает век Просвещения, век Разума, когда индивидуальность и неповторимость личности становятся ведущей линией в искусстве изображения человека.

Проследив решение в западноевропейском искусстве темы тела, телесности и тегимена, приходим к выводу: они отображают проблему красоты и идеала, являются частными по отношению к художественному образу, не совпадают с философским пониманием телесности, тем не менее, их можно рассматривать как частное применение триады Гегеля: античный идеал совершенства тела и духа отрицается в Средневековье и в период Реформации, но возрождается на новом уровне в эпоху Ренессанса и культуре Абсолютизма.

Библиографический список

1. Мещеряков А.Н. Телесный комплекс неполноценности японцев и его преодоление (20-30-е годы XX века) // Вопросы философии. – 2009. – № 1. – С. 68.
2. Быховская И.М. «Номо somatikos»: аксиология человеческого тела. – М: Эдиториал УРСС, 2000. – С. 67.
3. Плаксина Э.Б., Михайловская Л.А., Попов В.П. История костюма. Стили и направления. – М.: АСАДЕМІА, 2004. – С. 34, 55.
4. Даркевич В.П. Народная культура средневековья. Светская праздничная жизнь в искусстве IX-XVI вв. – М.: Наука, 1988. – С. 8.
5. Всеобщая история искусств. – М.: Искусство, 1960. – Т. 2. – Кн. 1. – С.235
6. Prokopp Mária. Olasz festeszet A XIV. – Budapest: Corvina Kiado, 1986. – С. 12, 17, 23.
7. Вельфлин Г. Классическое искусство. Введение в итальянское Возрождение. – М.: Айрис-пресс, 2004. – С. 19, 282.
8. Мутер Рихард. Всеобщая история живописи. – М.: Эксмо, 2008. – С. 337.
9. История искусства Зарубежных стран XVII–XVIII вв. – М.: Изобразительное искусство, 1988. – С. 72.
10. Sorban Raoul. Ter Borch. – Bucuresti, 1985. – P. 29, 30.

Mizai E.D. *Body and Tegimen in West-Europain art*

The problem of body's reflection in the imitative art is analyzed in this article; dynamics of notions and ideas about body in the works of painters and sculptors of antiquity, the Middle Ages, the Renaissance and the Absolutism.

Keywords: art, sculpture, Renaissance.

МЕДИЦИНА

УДК 618.1-072.1

МЕТОДЫ ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ ДОБРОКАЧЕСТВЕННЫХ ОПУХОЛЕЙ ЯИЧНИКОВ

И.Б. Басиева, И.А. Мизиев

В работе проведены сравнительный анализ эффективности методов хирургического лечения доброкачественных опухолей и опухолевидных образований яичников и оценка результатов операций с использованием ультразвукового скальпеля и электроножа (электрокоагулятора).

В связи с ростом в структуре заболеваний у женщин репродуктивного возраста доли доброкачественных опухолей яичников проблема приобретает социальное и демографическое значение. Особый интерес представляет современный эндоскопический подход. В структуре новообразований доля доброкачественных образований имеет четкую тенденцию к росту и за последние годы выросла от 6 до 25 %. За минувшие двадцать лет накопленный мировой опыт использования лапароскопического доступа для осуществления оперативных вмешательств на органах малого таза у женщин продемонстрировал техническую возможность проведения операций любой сложности и определил лапароскопию как основную методику лечения широкого спектра гинекологических заболеваний.

Ключевые слова: *доброкачественные опухоли яичников, доброкачественные опухолевидные образования, органосохраняющие лапароскопические операции, лапаротомические операции, репродуктивный возраст, ультразвуковой скальпель, электрокоагулятор.*

Проблема диагностики и лечения опухолей и опухолевидных образований яичников сложна и чрезвычайно актуальна. Опухоли яичников являются часто встречающейся гинекологической патологией, занимающей второе место среди опухолей женских половых органов. По данным разных авторов, частота опухолей яичников возрастает, и за последние 10 лет увеличилась с 6–11 до 19–25 % всех опухолей половых органов [1].

Термин «опухоль яичника» является собирательным понятием, включающим как истинные опухоли злокачественного и доброкачественного характера, так и просто доброкачественные опухолевидные образования, т.е. ретенционные образования. Деление это очень важно, так как имеются принципиальные различия в тактике ведения и лечения больных доброкачественными и злокачественными новообразованиями яичников. На долю доброкачественных опухолей приходится около 75–82 % от всех истинных опухолей яичников. В современных условиях одно из ведущих мест среди методов диагностики опухолей органов малого таза занимает ультразвуковое исследование, которое в сочетании с доплерометрией позволяет оценить особенности кровотока в овариальных образованиях и провести более точную дифференциальную диагностику [2, 3].

До недавнего времени от 60 до 80 % всех хирургических вмешательств у больных с доброкачественными образованиями яичников приходилось на радикальные лапаротомические операции. На современном этапе лидирующее положение стали занимать лапароскопические операции. Большинство опухолей яичников развиваются у женщин в возрасте от 31 до 60 лет, чаще – старше 40 лет. Дифференциальная диагностика опухолей и опухолевидных образований яичников крайне важна, так как она определяет тактику ведения пациенток, индивидуальную в каждом конкретном случае [4].

Появление новых хирургических методик и материалов изменило подход к лечению доброкачественных опухолей и опухолевидных образований яичников. Широкое распространение лапароскопических методов в хирургии привело к сокращению времени оперативного доступа, меньшей травматизации тканей, хорошему косметическому эффекту, снижению болевого синдрома, и как следствие, уменьшению сроков пребывания в стационаре и временной нетрудоспособности пациентов, их более ранней трудовой и социальной реабилитации [3, 5]. Эндоскопическая хирургия стала методом выбора при объемных образованиях в области придатков матки [6, 7].

В основе выполнения лапароскопических операций на органах малого таза у женщин лежит определенный метод гемостаза и способ рассечения тканей [8]. До настоящего времени выбор оптимального способа остановки кровотечения при эндоскопических операциях на органах малого таза является предметом многочисленных дискуссий [9, 10]. Несмотря на большое количество исследований, посвященных изучению преимуществ и недостатков использования отдельных методик гемостаза в ходе лапароскопических операций, сравнительная эффективность различных способов остановки кровотечения, а также критериев выбора методики гемостаза требует дальнейшего изучения.

Цель исследования

Целью настоящего исследования явился сравнительный анализ эффективности методов хирургического лечения доброкачественных опухолей и опухолевидных образований яичников и оценка результатов операций с использованием ультразвукового скальпеля и электроножа (электрокоагулятора).

В исследование включены 75 пациенток с различными видами доброкачественных опухолей яичников, находившихся на стационарном лечении в гинекологическом отделении Республиканской клинической больницы г. Владикавказа. Для достижения поставленной цели исследование проводилось в два этапа. Все пациентки были разделены на две группы: 1 группу составили пациентки, которым была произведена операция лапароскопическим доступом, 2 группу – пациентки с традиционным лапаротомическим доступом (контрольная). Критерии включения – пациентки раннего и среднего репродуктивного возраста (до 40 лет).

Возраст пациенток колебался от 16 до 46 лет и в среднем составил $30,5 \pm 8,1$ лет. Исходя из социально-демографической характеристики большую часть пациенток составляли служащие (25 %), рабочие (37 %), учащиеся (15 %), домохозяйки (23 %).

В анамнезе у пациенток преобладали инфекционные и воспалительные заболевания дыхательных путей, которые примерно одинаково часто отмечались у пациенток 1-й (39,7 %) и 2-й (46,8 %) групп. Заболевания мочевыделительной системы встречались несколько чаще у пациенток с истинными опухолями (12,4 %), чем с опухолевидными образованиями (10,9 %) яичников. У каждой седьмой обследованной выявлены заболевания желудочно-кишечного тракта, которые чаще отмечались в группе с опухолевидными образованиями яичников (22,5 %), чем с истинными опухолями (10,9 %). Перенесенные воспалительные заболевания органов малого таза отмечены у каждой третьей пациентки (34,1 %). Бесплодие у пациенток с опухолевидными образованиями яичников чаще отмечалось (12,7 %), чем при истинных опухолях (2,8 %). Миома матки отмечалась почти в три раза чаще у пациенток с истинными опухолями. 45,3 % пациенток имели ранее хирургические вмешательства: кесарево сечение – 5 (6,3 %), холецистэктомии – 14 (19,0 %), аппендэктомии – 15 (20 %). В большинстве случаев (84,5 %) лапароскопия была первым оперативным вмешательством, у 15,5 % ей предшествовали оперативные вмешательства.

В комплекс обследования, помимо общеклинических и объективных методов исследования, входили дополнительные методы исследования – ультразвуковое сканирование органов малого таза с цветным доплеровским картированием.

Результаты, полученные при обследовании и лечении пациенток, обрабатывались с помощью системы статистического анализа Statistika v5.0 методом вариационной статистики с использованием t-критерия Стьюдента и по методу Вилкоксона – Манна – Уитни. Расчет оценки значимости расхождения частот проводился с помощью точного двустороннего критерия Фишера (p). При сравнении однородных величин различия считали достоверными при $p < 0,05$.

Результаты исследования

Результаты исследования основаны на сравнительном анализе больных оперированных с помощью современной эндоскопической хирургии и путем традиционной лапаротомической методики. Опыт нашей работы по ведению пациенток с доброкачественными опухолями яичников показал, что тактика ведения должна быть дифференцированной в зависимости от возраста больной, ее заинтересованности в сохранении репродуктивной функции, размеров образований, степени поражения ткани яичника, одно- или двустороннего процесса, оценки внутренней поверхности капсулы образования. Независимо от вида оперативного доступа при удалении опухолевидных образований соблюдалась тактика максимального удаления патологической ткани с максимальным органосохранением.

Показаниями, послужившими основанием для проведения оперативного лечения, были: наличие образования в области придатков; наличие роста опухоли; наличие кровотечений, приводящих к развитию анемии; наличие выраженного болевого синдрома; отсутствие эффекта от проводимой консервативной терапии в течение 3-х месяцев.

Противопоказаниями для лапароскопического доступа при лечении доброкачественных опухолей и опухолевидных образований яичников были: наличие сопутствующих соматических заболеваний в стадии декомпенсации; размеры и структуры овариальных образований; выраженный спаечный процесс брюшной полости после неоднократных оперативных вмешательств; наличие множественных послеоперационных рубцов на передней брюшной стенке; наличие эндометриоидных кист с прорастанием в соседние органы, чрезмерное ожирение.

Лапароскопический доступ не производился при наличии муцинозных многокамерных опухолей размером более 12 см в диаметре, с наличием перегородок, плотных включений, а также при наличии папиллярных разрастаний на внутренней стенке капсулы опухоли (за исключением дермоидных кист). Оптимальным диаметром образования для лапароскопической операции являлся размер 5–6 см, так как при удалении кист большего размера были определены трудности при их извлечении, хотя некоторые авторы считают, что размер опухоли не является лимитирующим фактором при лапароскопии.

Доброкачественные опухолевидные образования яичников чаще встречались у женщин в возрасте до 30 лет, истинные опухоли – после 40. Одностороннее поражение констатировано у 57 (83,2 %) больных с доброкачественными опухолями яичников, двустороннее – у 12 (16,8 %).

Помимо общеклинического обследования, всем пациенткам до операции было проведено ультразвуковое исследование (УЗИ) органов малого таза с помощью аппарата Aloka SSD-630 (Япония) с трансабдоминальным и трансвагинальным датчиками частотой 3,5 и 5 МГц и цветным доплеровским картированием, при этом у каждой третьей обследованной диагностированы истинные опухоли, более чем у половины – опухолевидные образования яичников.

Фолликулярные кисты диагностированы у каждой десятой пациентки. Характерными эхографическими признаками были: наличие однокамерных, чаще односторонних, анэхогенных образований правильной округлой формы, с ровными, четкими контурами, в среднем до

6–7 см в диаметре, с гладкой, ровной тонкой капсулой и отсутствием локусов васкуляризации при цветном доплеровском картировании (ЦДК).

Кисты желтого тела определены как однокамерные, односторонние, гипозоногенные образования с четкими контурами, утолщенной стенкой, в среднем до 6 см в диаметре, с наличием множества локусов васкуляризации в капсуле при ЦДК.

Эндометриоидные кисты округлой или овальной формы локализовались чаще позади матки, в среднем до 5–6 см в диаметре, с утолщенной стенкой, внутренним содержимым в виде мелкодисперсной эхопозитивной взвеси и отсутствием локусов васкуляризации. Отличительной особенностью эндометриоидных кист являлось перемещение жидкого содержимого кисты при осторожных тракциях датчиком во время трансвагинального сканирования.

Поликистоз яичников характеризовался двухсторонними эхографическими изменениями в яичниках: увеличенные, округлой формы яичники с множеством атретических фолликулов в виде эхонегативных полостей, располагающихся по периферии и в строме, в среднем до 8 мм в диаметре.

Параовариальные кисты определялись как однокамерные, анэхогенные или гипозоногенные образования округлой формы, в тонкой капсуле, с ровными, гладкими стенками, располагающиеся слева, справа, позади или спереди от матки, в среднем до 5–6 см в диаметре, при этом с обеих сторон определялись неизмененные яичники. При проведении ЦДК внутренняя структура параовариальных кист была аваскулярной.

Истинные опухоли при ультразвуковом исследовании нередко имели внутренние перегородки, пристеночные папиллярные разрастания, хаотичную эхоструктуру, различные размеры. При проведении ЦДК определялся кровоток не только в капсуле, но и во внутренних перегородках опухоли. Так, герминогенные опухоли визуализировались как округлые образования до 6–8 см в диаметре, гетерогенной эхоструктуры, с наличием множественных гиперэхогенных включений неправильной формы, нередко с дистальной акустической тенью, с наличием локусов васкуляризации в капсуле. В 1 наблюдении дермоидная киста определена как эндометриоидная, которая характеризовалась однородным гипозоногенным содержимым с единичными гиперэхогенными включениями.

Эпителиальные опухоли определялись как одно- или многокамерные, тонкостенные, округлые, жидкостные образования с четким контуром, эхонегативной внутренней структурой, гладкой внутренней поверхностью либо с папиллярными разрастаниями, диаметром от 3 см до 8 см, с наличием множественных локусов васкуляризации в капсуле и внутренних перегородках.

Патоморфологическое исследование тканей удаленных макропрепаратов произведено по стандартной методике с окраской гематоксилин-эозином в лаборатории патанатомии и гистологии Республиканской клинической больницы г. Владикавказ. Результаты морфологических исследований используют в послеоперационном периоде с целью патогенетического лечения и дальнейшей реабилитации.

Хирургическое лечение было выполнено 69 (92,0 %) пациенткам, из них 46 (66,0 %) лапароскопическим доступом (средний возраст $24,3 \pm 4,5$ лет), 23 (34,0 %) – лапаротомным (средний возраст $37,6 \pm 6,5$ лет).

При лапароскопических вмешательствах в подавляющем большинстве случаев были выполнены органосохраняющие операции – резекция яичников (75,3 %), цистэктомии (10,2 %), реже – односторонняя овариэктомия (4,3 %), двухсторонняя овариэктомия (1,2%), (3,7 %), кистэктомия яичников (5,3 %), $p < 0,05$. Анализ объемов операций выявил, что процент резекции яичников преобладает над количеством аднексэктомий, т.е. имеется тенденция к выполнению органосохраняющих операций. Лапароскопические операции выполнялись пациенткам в раннем репродуктивном периоде, заинтересованным в детородной функции.

Среди удалённых лапароскопическим доступом опухолей чаще встречались доброкачественные опухолевидные образования: из 46 больных – фолликулярная киста – у 5 (11, 6%), киста жёлтого тела – у 3 (2,9 %), паровариальная киста – у 8 (7,7 %) ($p<0,05$), а среди препаратов удаленных лапаротомическим доступом встречались доброкачественные опухоли яичников – муцинозная цистаденома, серозная цистаденома, зрелая тератома (дермоидная), эндометриоидная киста [3]. При удалении кистозных образований вначале производилась пункция и аспирация содержимого, что позволяло уменьшить его размеры с последующим вылущиванием капсулы кисты либо резекцией яичника в пределах здоровой ткани. Удаление операционного препарата осуществляли транспаритально, через переднюю брюшную стенку после извлечения одного из троакаров. Операция с помощью данного метода быстро выполнима и не требует дополнительных эндоскопических манипуляций. Содержимое подвергалось цитологическому исследованию, а удалённые ткани яичников – гистологическому исследованию. В конце лапароскопии производили тщательное промывание малого таза и брюшной полости изотоническим раствором хлорида натрия. Минимальный диаметр опухоли составил 4,0 см, максимальный – 12,0 см, средний диаметр – 6,4 см. Интраоперационных и послеоперационных осложнений не наблюдалось.

Оперативное лечение лапаротомным доступом было выполнено пациенткам более старшего репродуктивного возраста, в основном с истинными опухолями яичников больших размеров, у которых при ультразвуковом исследовании определялись многокамерные овариальные образования с различной эхоструктурой, наличием пристеночных включений и перегородок. Минимальный диаметр опухоли составил 6,0 см, максимальный – 13,0 см и средний диаметр – 7,4 см.

При оценке любого метода оперативного вмешательства имеет значение его продолжительность и кровопотеря. Продолжительность лапароскопического оперативного вмешательства колебалась от 45,0 до $67,2 \pm 7,8$ мин и в среднем составила $53,3 \pm 6,7$. Объем кровопотери – от 30,0 до 50,0 мл, в среднем $40,2 \pm 5,3$ мл. При лапаротомном оперативном вмешательстве продолжительность операции колебалась от 50,0 до 105 мин и в среднем составила $75 \pm 2,3$ мин. Объем кровопотери составил 100,0–400,0 мл, в среднем $200,0 \pm 5,3$ мл.

При традиционных лапаротомических операциях вставать разрешается на 2 сутки, в течение 4–5 дней в послеоперационном периоде больные нуждаются в обезболивании и соблюдении диеты, кожные швы снимают при благоприятном течении заживления рубца на 7–8 день, выписывают из стационара на 9–10 день после операции. Трудоспособность восстанавливается через 1,5–2 месяца. После лапароскопических операций пациентки нуждаются в обезболивании в первые сутки, к вечеру разрешается поворачиваться и садиться в постели, на следующий день – вставать и ходить, принимать пищу. Швы, как правило, не снимаются, выписка осуществляется на 2–3 день после вмешательства. Обычный режим труда и физической работы восстанавливается через 2–3 недели (табл. 1).

Таблица 1

Сравнительная характеристика видов доступа

Характеристики	Лапароскопический доступ (n = 46)	Лапаротомический доступ (n = 23)
Возраст пациенток	$24,3 \pm 4,5^*$	$37,6 \pm 6,5$
Размеры образований, см	$4,0-12,0^*$	$6,0-13,0$
Длительность операции, мин	$45,0-67,2^*$	$50,0-105,0$
Кровопотеря, мл	$30,0-50,0^*$	$100,0-400,0$
Интраоперационные осложнения, кол-во	—*	4
Послеоперационные осложнения	—*	—
Послеоперационный койко-день	$2-3^*$	$9-10$
Трудоспособность, дней	21^*	$45-61$

Примечание: * $p<0,05$ по отношению к группе пациенток с традиционным лапаротомическим доступом.

Данные лапароскопии, лапаротомии подтверждались и уточнялись обязательным морфологическим исследованием удаленных придатковых образований. Технические трудности в ходе поведения лапароскопических операций встретились у 4 пациенток с эндометриоидными кистами яичников. Из всего количества эндометриоидных кист у 3 женщин имелось эндометриоидное поражение сигмовидной кишки и у одной – поражение мочевого пузыря. В связи с тем, что в предоперационном периоде не была оценена степень распространения процесса на соседние органы (кишечник, мочевой пузырь), лапароскопический доступ перевели в лапаротомический с вовлечением в операционную бригаду хирургов, урологов, причем процесс не ограничивался лишь участком стенки, а привел к деформации кишки с сужением ее просвета. Данным пациенткам выполнили клиновидную резекцию прямой кишки с иссечением эндометриозного участка. Стенка прямой кишки ушита трехрядными узловыми швами в поперечном направлении. Пациентке с эндометриоидным поражением мочевого пузыря произведена резекция задней стенки. Следовательно, больные с распространенными формами эндометриоза при хирургическом лечении представляют потенциальную опасность ятрогенного повреждения соседних органов, поэтому перевод лапароскопического доступа в лапаротомический оправдан.

Из 46 (66,0 %) пациенток оперированных лапароскопическим доступом у 28 (60,9 %) в качестве диссекции тканей использовали ультразвуковой скальпель (УЗС), а у 18 (30,1 %) – электронож (электрокоагулятор).

Лапароскопическая технология для операций на органах малого таза с использованием ультразвукового скальпеля применялась для выполнения резекции яичников, овариэктомии, аднексэктомии, каутеризации яичников (табл. 2).

Таблица 2

Структура лапароскопических операций

Название операции	Использование	
	УЗС (n = 26)	Электронож (n = 20)
Резекция яичников	9 (34,6 %)*	7 (35,0 %)
Овариэктамия	8 (30,6 %)*	5 (25,0 %)
Аднексэктомия	4 (15,4 %)*	5 (25,0 %)
Каутеризация яичников	5 (19,2 %)*	3 (15,0 %)

Примечание: * $p < 0,05$ по отношению к лапароскопическим операциям с использованием электроножа.

Проводя лапароскопические операции, мы выявили следующие положительные стороны УЗС: высокую прецизионность при работе вблизи анатомических структур (мочевой пузырь, кишечник, крупные сосуды, маточные трубы); отсутствие бокового распространения энергии в окружающей ткани, отсутствие налипания ткани на инструмент за счет колебательных движений лезвия вдоль продольной оси инструмента, в результате чего происходит соскальзывание ткани с кромки лезвия.

В процессе выполнения оперативного вмешательства особое внимание уделялось качеству гемостаза при диссекции тканей и кровеносных сосудов в изучаемой и контрольной группах пациентов.

При применении электроножа избегали обугливания тканей как маркера полноты выполнения электрокоагуляции, поскольку в этих случаях требовалось удаление некротически измененных участков, что повышало риск развития кровотечения. Хороший гемостатический эффект достигался при рассечении невоспаленных тканей – брюшины и клетчатки в участках с мелкими

кровеносными сосудами. Достичь надёжного гемостаза путём использования электроножа на отёчных, воспалённых тканях, когда имелось выраженное полнокровие сосудов, часто не удавалось. Ультразвуковой скальпель обеспечивал надёжный гемостаз при диссекции не только мелких кровеносных сосудов и капилляров, но и при пересечении артерий диаметром до 3,5 мм, что сопровождалось достоверно меньшей кровопотерей – до 30,0 мл. Качество резки с использованием ультразвукового скальпеля при макроскопической оценке было несколько лучшим, чем при использовании электрокоагулятора. Зона обугливания отсутствовала, коагуляционная пленка, образующаяся по краям разреза, имела нежно-золотистый цвет, края рассеченного органа покрывала тонкая коагуляционная пленка толщиной до 1,0–1,5 мм, очагов грубой деструкции не отмечалось. В послеоперационном периоде осложнение возникло у 3 пациенток (после использования электроножа для удаления доброкачественных образований яичников) в виде дизурического синдрома, проявлявшегося частым болезненным мочеиспусканием.

Сравнивая длительность выполнения оперативных вмешательств, можно заключить: применение ультразвукового скальпеля уменьшало время операций в среднем на 10–15 мин. Продолжительность болевого синдрома после использования ультразвукового скальпеля была меньше, чем при применении электроножа, и составила $20,9 \pm 2,9$ ч ($p < 0,05$). Существенных изменений температурной реакции при применении разных видов энергии в послеоперационном периоде мы не наблюдали. Время пребывания в стационаре после использования электроножа составляло 3 суток, в то время как после операций с применением ультразвукового скальпеля пребывание в стационаре сокращалось до 2-х дней ($p < 0,05$).

При гистологическом изучении макропрепарата в области рассечения не выявлялись очаги кровоизлияний, не происходила деформация ткани, в результате чего давалось более полное гистологическое заключение.

Таким образом, применение ультразвукового скальпеля при лапароскопическом доступе хирургического вмешательства значительно уменьшает травматичность, послеоперационные осложнения, снижает интенсивность болей, минимизирует кровотечение, сокращает период пребывания пациенток в стационаре, расход медикаментов и способствует быстрому возвращению женщины к активной жизни.

Выводы

1. Основным методом лечения доброкачественных опухолей и опухолевидных образований яичников остается хирургическое вмешательство. Доступом выбора для оперативного лечения яичниковых образований является лапароскопический (при условии обеспечения необходимого объема операции, адекватного выявленной патологии).

2. При выборе метода лечения необходимо учитывать возраст больной, ее заинтересованность в сохранении репродуктивной функции, размеры образований, степень поражения ткани яичника, одно- или двустороннее поражение яичников.

3. Применение лапароскопического доступа при хирургическом лечении позволяет выполнить малотравматичные, органосберегающие операции, сохраняя детородную функцию у женщин репродуктивного возраста и сокращая сроки пребывания больных в стационаре.

4. Лапароскопические вмешательства с использованием ультразвукового скальпеля минимизируют риск ятрогенных повреждений, значительно повышают гемостаз и сопровождаются достоверно меньшей кровопотерей, уменьшают продолжительность операций, болевого синдрома и время пребывания в стационаре.

Библиографический список

1. Азиев О.В. Осложнения лапароскопической хирургии в гинекологии: диагностика, лечение, профилактика: автореф. дис. ... д-ра мед. наук. – М., 2004. – С. 48.
2. Демидов В.Н., Адамян Л.В., Липатенкова Ю.И. и др. Допплерография при редких опухолях яичников // Современные технологии в диагностике и лечении гинекологических заболеваний. – М., 2006. – С. 51–52.
3. Никифоровский Н.К., Фофонова И.Ю., Степанькова Е.А. Оптимизация диагностики и лечения опухолей и опухолевидных образований яичников у женщин репродуктивного возраста // Вопросы гинекологии, акушерства и перинатологии. – 2007. – Т. 6, № 2. – С. 35.
4. Фофонова И.Ю., Денисова Н.С. Значение современных методов в диагностике и лечении истинных опухолей и опухолевидных образований яичников у женщин репродуктивного возраста // Межрегиональный сборник научных трудов «Фармакоэкономика в онкологии». – Смоленск, 2006. – С. 98–100.
5. Сазонова Е.О., Шевченко М.Б. Течение раннего послеоперационного периода после эндоскопических операций на органах малого таза // Эндоскопическая хирургия. – 2005. – № 1. – С. 120–121.
6. Бочоришвили Р. Безопасная лапароскопия в современной гинекологии // Здоровье Украины. – 2007. – № 5/1. – С. 78–79, 85.
7. Кулаков В. И., Адамян Л.В. Эндоскопия в гинекологии. – М.: Медицина, 2000. – 384 с.
8. Сазонова Е.О., Гурченкова Е.Ю., Шевченко М.Б. Безопасное применение электрохирургического воздействия при эндоскопических операциях на органах малого таза // Эндоскопическая хирургия. – 2005. – № 2. – С. 42–44.
9. Кудайбергенов Т.К., Султанова Ж.У., Утешева Ж.А. и др. Применение ультразвукового скальпеля в оперативной гинекологии // Актуальные вопросы формирования здорового образа жизни: материалы междунар. науч.-практ. конф. – Алматы, 2008. – № 4. – С. 69–70.
10. Муканов Е.Т., Кудайбергенов Т.К., Утешева Ж.А., Султанова Ж.У., Туребеков Н.А. Ультразвуковой скальпель как альтернатива в аспекте уменьшения хирургической травмы органа при органосохраняющих операциях // Современные проблемы теоретической и клинической медицины: сборник трудов X Междунар. науч.-практ. конф. молодых ученых-медиков стран СНГ. – Алматы, 2009. – С. 131–132.

Basieva I.B., Miziev I.A. *The purpose of the study – a comparative analysis of the effectiveness of methods of surgical treatment of benign tumors and tumor-like formations of ovaries and assessment of results of operations using an ultrasonic scalpel, and electrocautery (electrocoagulator)*

Due to the increase in the structure of diseases in women of reproductive age the proportion of benign ovarian tumors, the problem becomes social and demographic significance. Of particular interest is the modern endoscopic approach. The structure of the share of non-malignant tumors has a clear upward trend over the last few years has increased from 6 to 25 %. Over the past twenty years, gained world experience with laparoscopic access for surgical interventions on the pelvic organs in women has demonstrated the feasibility of the operations of any complexity, and determined the place of laparoscopy as the primary method of treating a wide spectrum of gynecological diseases.

Keywords: benign ovarian tumors, benign tumor formation, organ laparoscopic surgery, laparoscopic operations, reproductive age, ultrasonic scalpel, electrocoagulator.

**ОСОБЕННОСТИ ТЕЧЕНИЯ ВТОРИЧНОГО ПИЕЛОНЕФРИТА
У ДЕТЕЙ С ВРОЖДЁННЫМИ ПОРОКАМИ ОРГАНОВ МОЧЕВОЙ СИСТЕМЫ
НА ФОНЕ НЕДИФФЕРЕНЦИРОВАННОЙ ДИСПЛАЗИИ
СОЕДИНИТЕЛЬНОЙ ТКАНИ**

Жетишев Р.А., Мамбетова А.М., Шабалова Н.Н.

Проведена оценка степени тяжести недифференцированной дисплазии соединительной ткани (НДСТ) при различных вариантах порока органов мочевой системы (ОМС) у детей и установлено, что у большинства детей с врождёнными пороками органов мочевой системы преобладают средняя/тяжёлая степени тяжести НДСТ, максимально часто – при рефлюкс-нефропатии с артериальной гипертензией (у 93,3 %) и гидронефротической трансформации почек (у 75,7 %). Выявлены различия в частоте, характере стигматизации и степени выраженности признаков, связанные со степенью тяжести НДСТ. Определены особенности клинического течения вторичного пиелонефрита, состояние парциальных функций почек на фоне НДСТ различной степени тяжести. Установлено, что средняя/тяжёлая степени тяжести НДСТ способствуют малосимптомному течению вторичного пиелонефрита с частыми рецидивами, более высокой степенью активности и нарушением парциальных функций почек.

Ключевые слова: недифференцированная дисплазия соединительной ткани, вторичный пиелонефрит.

Дисплазия соединительной ткани (ДСТ) является одной из актуальных проблем современной медицины, так как носит прогрессирующий характер и лежит в основе значительного числа соматических заболеваний [1, 4, 5, 11, 12]. Наряду с дифференцированными синдромами дисплазии соединительной ткани, диагностируемыми относительно редко, существуют часто встречающиеся, так называемые, недифференцированные дисплазии (НДСТ), при которых набор клинических признаков не укладывается ни в одно из моногенных наследственных синдромов [1, 5].

Ранее нами было установлено [8, 9], что все дети с пороками развития органов мочевой системы (ОМС) имеют вариант дисплазии соединительной ткани (НДСТ) с неклассифицируемым по Т.И. Кадуриной и Э.В. Земцовскому [1, 5, 10] фенотипом. На фоне НДСТ формируются различные вторичные осложнения в виде пиелонефрита, тубулоинтерстициального компонента, нефросклероза. Степень тяжести НДСТ и, следовательно, особенности реакции соединительной ткани могут быть различными. Оценка степени тяжести НДСТ должна носить комплексный характер и включать тщательное клиническое обследование больного и членов семьи с учетом «органа-мишени». Степень тяжести НДСТ определяется: 1) степенью выраженности внешних проявлений соединительнотканной дисплазии; 2) характером аномалий развития внутренних органов и систем; 3) характером течения ассоциированных с НДСТ хронических соматических и инфекционных заболеваний [5]. В литературе отсутствуют сведения о частоте диспластического синдрома при врождённых заболеваниях почек у детей и степени его тяжести.

В течение последних десятилетий отмечен заметный рост частоты вторичного пиелонефрита на фоне врождённых пороков развития ОМС отмечено, что клиническая картина претерпевает определённый патоморфоз, проявлением которого служит увеличение случаев маломанифестного и латентного течения болезни [2, 3].

Цель исследования

Оценить степень тяжести НДСТ при различных вариантах порока ОМС у детей и определить особенности клинического течения вторичного пиелонефрита, состояние парциальных функций почек на фоне НДСТ различной степени тяжести.

Материалы и методы

Проведено полное нефро-урологическое обследование с использованием рентгенологических, эхографических и радиологических методов 118 больных с врождёнными пороками ОМС в возрасте от 3 до 17 лет и 30 клинически здоровых детей, составивших контрольную группу. Выделены 3 группы больных: I – 39 детей с врождённым пузырно-мочеточниковым рефлюксом (ПМР); II – 37 детей с гидронефрозом и уретерогидронефрозом врождённого генеза; III – 42 ребёнка с другими формами дизэмбриогенеза ОМС (7 больных с поликистозом почек, 24 – с гипоплазией почки, 8 – с агенезией, 3 – с удвоением органов мочевой системы). В IV группу включены 30 клинически здоровых детей соответствующего возраста.

В зависимости от наличия структурных изменений в почечной ткани в группе ПМР выделены 3 подгруппы: IA – 13 детей с ПМР без структурно-функциональных изменений почечной паренхимы; подгруппа IB – 11 детей с рефлюкс-нефропатией (РН) без синдрома артериальной гипертензии (АГ); подгруппа IB – 15 больных с РН и АГ (табл. 1).

Таблица 1

Группы обследованных детей

№ групп n	Врожденные пороки ОМС					Контрольная IV
	I			II	III	
	IA	IB	IB			
Количество детей	13	11	15	37	42	30
Всего	148					

Для выявления диспластического синдрома у всех детей изучены фенотипические признаки ДСТ в соответствии с рекомендациями, изложенными в проекте Российских рекомендаций по алгоритмам диагностики нарушения структуры и функций соединительной ткани [10]. Все дети обследованы на наличие 36 внешних признаков ДСТ со стороны костно-скелетной, суставной, кожно-мышечной систем, 11 внутренних фенов со стороны зрительной, сердечно-сосудистой и мочевой систем, а также, так называемых микроаномалий развития (МАР). Далее была проведена оценка значимости отдельных внешних клинических признаков балльным методом, предложенным Т.И. Кадуриной и Л.Н. Аббакумовой [5, 6]. Сумма баллов до 12 соответствует лёгкой степени тяжести НДСТ, 13–23 балла – средней степени тяжести, и 24 – тяжелой.

Клиническое обследование больных проводилось на базе детского нефрологического отделения ГКБ № 1 г. Нальчика. Клинико-лабораторные особенности пиелонефрита изучены в динамике комплексной терапии (в фазе обострения и в фазе ремиссии): 1 исследование – при поступлении, 2 – к 6 месяцу противорецидивной терапии. Лечение пиелонефрита проводилось согласно Протоколу диагностики и лечения пиелонефрита у детей (2005 г.) [7].

Статистическая обработка выполнена с использованием стандартного пакета программ Statistica for Windows v. 5.77. с использованием критерия Манна-Уитни, Фишера.

Результаты и обсуждение

Частота НДСТ различной степени тяжести соответственно группам представлена в табл. 2. Результаты свидетельствуют о том, что у большинства детей (подгруппы I Б, IB и группы II, III) преобладала средняя/тяжелая степени тяжести диспластического синдрома (от 62 % при

гидронефрозе до 93 % при рефлюкс-нефропатии, осложненной артериальной гипертензией). Легкая степень НДСТ была основной только в подгруппе детей с ПМР-IA, где отсутствовали структурно-функциональные изменения в почечной паренхиме.

Таблица 2

Частота НДСТ различной степени тяжести соответственно группам (%)

Степень тяжести ДСТ \ Группы	I			II n = 37	III n = 42
	IA n = 13	IB n = 11	IV n = 15		
1 – лёгкая	61,5	27,3	6,7	24,3	28,6
2 – средняя	38,5	72,7	80,0	62,2	64,3
3 – тяжёлая	0,0	0,0	13,3	13,5	7,1

Преобладание НДСТ средней тяжести при рефлюкс-нефропатии, (подгруппы IB, IV), а также тот факт, что тяжелая степень НДСТ при ПМР отмечена только в группе детей с артериальной гипертензией (подгруппа IV), позволили нам сделать заключение, что средняя/тяжелая степени тяжести НДСТ способствуют развитию структурных изменений и появлению синдрома артериальной гипертензии. Гидронефроз, уретерогидронефроз и другие формы дизэмбриогенеза ОМС также ассоциируются с более тяжёлой степенью НДСТ.

Анализ табл. 3 свидетельствует, что характер стигматизации и выраженность отдельных фенотипов отражает степень тяжести НДСТ.

При легкой степени диспластического синдрома отсутствуют многие значимые внешние фенотипы: сколиоз (при всех вариантах порока ОМС), деформация грудной клетки (в группе I), расхождение прямых мышц живота (в группах I, III); нейро-мышечная дисплазия мочеточников.

При средней/тяжелой степенях тяжести НДСТ появляются фенотипы, характерные для марфаноидного и элерсopodobного синдромов. Достоверно ($p < 0,05$) возрастает частота 12 из 16 внешних признаков в I группе больных, 11 – у больных – II группы, 10 – у больных III группы. При этом выраженность отдельного признака (степени растяжимости кожи, выраженности венозной сети), как правило, выше.

Особенностью средней/тяжелой степеней тяжести НДСТ у детей с органом-мишенью почкой является повышенная частота двусторонних поражений (группы I и II). Обращает на себя внимание наличие сочетанных аномалий органов мочевой системы. ПМР у 15 % детей сочетался с нейромышечной дисплазией мочеточников, у 7 % с нефроптозом. Гидронефроз и уретерогидронефроз у 22 % детей сочетался с подковообразной почкой. Нейромышечная дисплазия мочеточников в качестве сочетанного порока встречалась только при средней/тяжелой степенях НДСТ. Однако сочетанные пороки ОМС не всегда ассоциируются с более тяжёлой степенью НДСТ.

Ряд признаков (арковидное небо, пролапс митрального клапана, дизметаболическая нефропатия) встречаются одинаково часто, независимо от степени тяжести НДСТ, то есть они являются маркерами НДСТ, но не степени ее тяжести. Не отражает степень тяжести и не определяет вариант врожденного порока ОМС частота малых аномалий развития.

Таким образом, выявлены различия в характере и выраженности внешних и внутренних фенотипов, отражающие степень тяжести НДСТ.

Так как недифференцированная ДСТ формируется антенатально на фоне полигенно наследуемого предрасположения и воздействия неблагоприятных антенатальных эндогенных и экзогенных факторов во время беременности, представляла интерес оценка возможного их влияния на степень тяжести НДСТ.

Таблица 3

Частота выявления отдельных внешних и внутренних фенотипов (маркеров) НДСТ
у детей с врожденными пороками ОМС в соответствии со степенью тяжести НДСТ (%)

		Группа I		Группа II		Группа III		Группа IV n=30
		Степень тяжести НДСТ						
		1 n=12	2-3 n=27	1 n=9	2-3 n=28	1 n=12	2-3 n=30	
Костно-скелетные	Арковидное нёбо	66,7	63,0	55,6	64,3	33, 3	50,0	23,3
	Большие размеры/аномалия прорезывания зубов	0,0	18,5	0,0	25,0	8,3	16,7	0,0
	Отношение размаха рук к росту >1,03	8,3	22,2	55,6	25,0	0,0	20,0	6,6
	Отношение длины стопы к росту >15 %	58,3	63,0	22,2	75,0	25,0	50,0	16,7
	Деформация грудной клетки 1 ст.	0,0	29,6	11,1	35,7	16,7	36,7	0,0
	Сколиоз II ст.	0,0	7,4	0,0	21,4	0,0	6,7	0,0
Суставные	Плоскостопие	8,3	29,6	22,2	25,0	8,3	23,3	0,0
	Гипермобильность суставов, умеренная	8,3	25,9	0,0	29,0	0,0	16,7	0,0
Кожно-мышечные	Повышенная растяжимость кожи	8,3*	40,7**	22,0*	53,6**	33,3	50,0	0,0
	Расхождение прямых мышц живота	0,0	22,2	22,2	10,7	0,0	10,0	0,0
	Усиленный венозный рисунок	41,7*	40,7**	0,0	39,3**	16,7	53,3	10,0
М А Р	Приросшая мочка	41,7	25,9	22,2	35,7	25,0	16,7	16,7
	Оттопыренные уши	16,7	22,2	22,2	39,3	25,0	30,0	23,3
	Гипертелоризм глаз	25,0	37,0	22,2	32,1	16,7	30,0	13,3
	Сандалевидная щель	83,3	74,0	66,7	60,7	83,3	70,0	56,7
	Синдактилия 2-го и 3-го пальца стопы	25,0	44,4	33,3	53,6	50,0	40,0	13,3
Внутренние	Пролапс митрального клапана 1 ст.	36,4	28,0	57,1	44,0	25,0	36,7	16,6
	Пролапс двух клапанов 1 ст.	0,0	0,0	0,0	4,0	16,7	6,7	0,0
	Дополнительная хорда/трабекула левого желудочка	54,5	32,0	14,3	44,0	16,7	23,3	10,0
	Миопия лёгкой степени	8,3	26,0	11,1	17,8	0,0	10,0	0,0
	Нейромышечная дисплазия мочеточников	0,0	14,8	0,0	3,6	0,0	6,7	0,0
	Нефроптоз	0,0	7,4	11,1	7,1	16,7	0,0	0,0
	Дизметаболическая нефропатия	75,0	74,0	66,6	78,5	58,3	66,7	0,0
	Дистопия почки	0,0	0,0	0,0	0,0	33,3	10,0	0,0
	Подковообразная почка	0,0	0,0	22,2	0,0	0,0	3,3	0,0
Двусторонний порок ОМС	25,0	66,7	0,0	21,4	0,0	0,0	0,0	

Примечание: повышенная растяжимость кожи, усиленный венозный рисунок кожи:
* – лёгкой степени; ** – умеренной степени.

На высокую значимость генетических факторов в развитии НДСТ указывает наличие врожденных пороков у членов семьи. Их частота достигала 30–33 % в I и III группах. На это же указывает высокая частота заболеваний почек у матерей, достигающая 64–65 % при ПМР, гидронефрозе и уретерогидронефрозе.

Установлено, что ранний токсикоз, угроза прерывания беременности, острая респираторно-вирусная инфекция в 1 триместре чаще ассоциируются с более тяжелой степенью тяжести НДСТ. Это позволяет считать данные факторы не только реализующими наследственное предрасположение к формированию синдрома НДСТ, но и влияющими на степень выраженности дефектов соединительной ткани и соответственно ее реактивность.

Оценка влияния степени тяжести НДСТ на течение вторичного хронического пиелонефрита показала, что средняя/тяжелая степени тяжести НДСТ достоверно ($p < 0,05$) повышают частоту рецидивов пиелонефрита (при ПМР в 1,6 раз, при гидронефрозе в 2,3 раза, при других формах дизэмбриогенеза в 3 раза).

Анализ частоты клинико-лабораторных признаков пиелонефрита выявил различия в особенностях клинических и лабораторных показателей как в активной фазе, так и в ремиссии в зависимости от степени тяжести НДСТ (табл. 4).

Таблица 4

Частота клинико-лабораторных признаков пиелонефрита в активной фазе и ремиссии соответственно степени тяжести (%)

Признаки	Активная фаза		Ремиссия 6 месяцев	
	Степень тяжести НДСТ			
	1 (n = 15)	2 (n = 22)	1 (n = 15)	2 (n = 22)
Лихорадка	60,0**	22,7	0,0	0,0
Болевой синдром	100,0	91,0	0,0	27,3
Дизурия	66,7**	45,0	0,0	0,0
Поллакиурия	66,7*	50,0	0,0	0,0
Повышение СОЭ	60,0	68,2	0,0	0,0
Повышение уровня СРБ	26,7	30,8	0,0	0,0
Лейкоцитоз	66,7	81,8	0,0	0,0
Лейкоцитурия ≥ 5 - < 25 в поле зрения	100,0**	40,9	0,0	0,0
Лейкоцитурия > 50 в поле зрения	0,0	31,8	0,0	0,0
Протеинурия 0,033‰	33,3	22,7	0,0	18,4
Протеинурия $> 0,033$ ‰	0,0	40,9	0,0	36,4
Микрогематурия	0,0	22,7	0,0	27,3
Диагностически значимая бактериурия	33,3	54,5*	0,0	0,0
Кристаллурия (ОКК)	66,7	81,8	60,0	77,3
Снижение СКФ (< 80 мл/мин)	20,0	45,5*	20,0	45,5*
Снижение концентрационной функции (< 1020)	20,0	63,6**	6,7	59,1**
Снижение ацидогенеза (< 48 ммоль/с)	73,3	100,0**	53,3	90,9**
Снижение аммонιοгенеза (< 35 ммоль/с)	66,7	100,0**	33,3	77,3**

Примечание: ОКК – оксалатно-кальцевая кристаллурия.

Достоверность различий между степенями тяжести НДСТ (1 и 2* – $p < 0,05$; ** – $p < 0,01$).

Пиелонефрит на фоне средней/тяжёлой степеней тяжести чаще имеет малосимптомное течение (реже отмечены лихорадка, поллакиурия, дизурия). Однако только при более тяжёлой степени тяжести НДСТ отмечается в поле зрения лейкоцитурия >50 , протеинурия $>0,033\%$, микрогематурия. При бактериологическом исследовании мочи у детей со средней/тяжелой степенями тяжести, достоверно чаще регистрировалась диагностически значимая бактериурия. К 6 месяцу противорецидивной терапии на фоне легкой степени тяжести НДСТ большинство клинико-лабораторных признаков пиелонефрита нормализовались. При средней/тяжёлой степенях тяжести НДСТ сохраняется протеинурия $>0,033\%$ у 36,4 %, микрогематурия у 27,3 % и болевой синдром у 27,3 % больных.

Анализ парциальных функций почек при пиелонефрите в зависимости от степени тяжести НДСТ выявил более высокий процент больных с нарушением указанных парциальных функций при средней/тяжёлой степенях тяжести НДСТ в сравнении с лёгкой. Несмотря на клиническую ремиссию, интегративный показатель функции почек – СКФ, остается прежним как при лёгкой, так и при средне/тяжёлой степенях тяжести НДСТ.

Выводы

1. У большинства детей с врождёнными пороками органов мочевой системы преобладает средняя/тяжёлая степень тяжести НДСТ, максимально часто при рефлюкс-нефропатии с артериальной гипертензией (у 93,3 %) и гидронефротической трансформации почек (у 75,7 %).
2. Выявлены различия в частоте, характере стигматизации и степени выраженности признаков, связанные со степенью тяжести НДСТ.
3. Выявлены внутренние фены в виде сочетанных пороков, двустороннего поражения органов мочевой системы и нейромышечной дисплазии мочеточников, характеризующие более тяжёлую степень НДСТ.
4. Средняя/тяжёлая степени тяжести НДСТ способствуют малосимптомному течению вторичного пиелонефрита с частыми рецидивами, более высокой степенью активности и нарушением парциальных функций почек.

Библиографический список

1. Земцовский Э.В. Диспластические фенотипы. Диспластическое сердце (аналитический обзор). – СПб., 2007. – 80 с.
2. Игнатова М.С., Коровина Н.А. Диагностика и лечение нефропатий у детей. – М.: ГО-ЭТАР – Медиа, 2007. – 336 с.
3. Игнатова М.С. Эволюция представлений о микробно-воспалительных заболеваниях органов мочевой системы // Материалы Российской научно-практической конференции «Актуальные проблемы нефрологии: инфекции мочевой системы у детей». – Оренбург, 2001. – С. 18–31.
4. Игнатова М.С. Распространённость заболеваний органов мочевой системы у детей // Росс. вестник перинатологии и педиатрии. – 2000. – № 1 – С. 24–27.
5. Кадурина Т.И. Дисплазия соединительной ткани: руководство для врачей. – СПб.: Эл-би, 2009. – 703 с.
6. Кадурина Т.И., Аббакумова Л.Н.// Медицинский Вестник Северного Кавказа. 2008. – № 2. – С. 15–20.
7. Коровина Н.А., Захарова И.Н., Мумладзе Э.Б. Протокол диагностики и лечения пиелонефрита у детей. – М., 2005. – С. 64.
8. Мамбетова А.М., Жетишев Р.А., Шабалова Н.Н. Диспластические синдромы у детей с врождёнными заболеваниями органов мочевой системы // Педиатрия. – 2010. – № 6. – С. 46–51.

9. Мамбетова А.М., Жетишев Р.А. Оценка фенотипических признаков и тяжести дисплазии соединительной ткани у детей с пузырно-мочеточниковым рефлюксом и рефлюкс-нефропатией // XVII Российский Национальный Конгресс «Человек и лекарство»: сборник материалов конгресса. – М., 2010. – С. 431.

10. Наследственные нарушения структуры и функции соединительной ткани. Проект Российских рекомендаций / под ред. Э.В. Земцовского. – М.: Всероссийское научное общество кардиологов, 2008.

11. Яковлев В.М. Кардио-респираторные синдромы при дисплазии соединительной ткани. – Омск, 1994. – 217 с.

12. Ягода А.В. Малые аномалии. – Ставрополь: Изд.: СтГМА, 2005. – 248 с.

Zhetishev R.A., Mambetova A.M., Shabalova N.N. *Features of a course of a secondary pyelonephritis at children with congenital malformation of urinary organs against a background of various severity level of undifferentiated dysplasia of conjunctive tissue*

The estimation of severity level of undifferentiated dysplasia of conjunctive tissue (UDCT) was carried out at various variants of malformation of urinary organs (UO) at children and is established that at the majority of children with congenital malformation of urinary organs moderate / heavy severity level of UDCT prevails, quantity is maximum at reflux nephropathy with an arterial hypertension (at 93,3 %) and hydronephrotic transformations of kidneys (at 75,7 %). Distinctions in frequency, character of stigmatization and degrees of expressiveness of the signs, connected with severity level of UDCT were revealed. Features of a clinical course of a secondary pyelonephritis, a condition of partial functions of kidneys against a background of UDST of various severity level were defined. It is established that, average/heavy severity levels of UDCT promote few-symptom course of a secondary pyelonephritis with frequent relapses, higher degree of activity and infringement of partial functions of kidneys.

Keywords: undifferentiated dysplasia of conjunctive tissue, a secondary pyelonephritis.

УДК 539.3

КИНЕМАТИЧЕСКИ ВОЗБУЖДАЕМЫЕ КОЛЕБАНИЯ КОНТИНУАЛЬНО-ДИСКРЕТНОЙ МНОГОПРОЛЁТНОЙ БАЛКИ ПРИ УЧЁТЕ ИНЕРЦИОННЫХ СИЛ ВРАЩЕНИЯ

Х.П. Культербаев, Т.Ю. Чеченов

Рассматриваются кинематически возбуждаемые поперечные колебания многопролётной балки с присоединёнными сосредоточенными массами при учёте инерционных сил вращения. Получена математическая модель колебаний, основу которой составляют три системы дифференциальных уравнений. Первая система описывает колебания континуальных участков балки, вторая и третья – линейные и угловые перемещения дискретных сосредоточенных масс. Найдена вектор-функция перемещений при гармонических возмущениях опор. Рассмотрен пример расчёта.

Ключевые слова: кинематически возбуждаемые колебания, дискретно-континуальная система, гармонические возмущения.

1. Введение

Колебания балок в классических постановках уже имеют обширную библиографию. Интерес исследователей в последнее время вызывают балки с нетрадиционными математическими моделями, описывающими более сложные случаи [1–3].

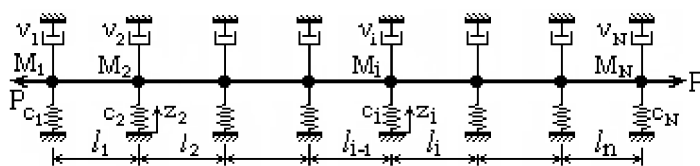


Рис. 1

Рассматривается установившийся режим поперечных колебаний балки (рис. 1), состоящей из пролётов (участков), каждый с размером l_i ($i = 1, 2, \dots, n$), площадью поперечного сечения S_i , осевым моментом инерции поперечного сечения J_i , из

материала с модулем упругости E и плотностью ρ , при коэффициенте вязкого трения η . На балке расположены сосредоточенные массы M_i ($i = 1, 2, \dots, N$; $N = n + 1$), обладающие осевыми моментами инерции I_i относительно оси, перпендикулярной плоскости чертежа. Балка поддерживается упругими опорами с коэффициентами жёсткости c_i и демпферами с соответствующими коэффициентами линейно-вязкого сопротивления v_i . Каждая пара из упругой опоры и демпфера расположена на общем основании (фундаменте), автономном по отношению к другим. В продольном направлении балка растягивается (сжимается) силой P . Источниками колебаний балки являются кинематические смещения опор $z_i(t)$.

Механическая модель такого сооружения представляет собой смешанную континуально-дискретную систему, состоящую из участков балки с распределённой массой и совокупности сосредоточенных масс. Обычная ситуация состоит в том, что горизонтальные перемещения как частиц массы континуальных участков, так и дискретных масс пренебрежимо малы по сравнению с вертикальными перемещениями и поэтому они не будут включаться в математическую модель колебаний.

Вращательные движения частиц непрерывных участков учитываются согласно одной из моделей балки Тимошенко, но при этом будем пренебрегать деформациями сдвига, имея в виду, что будут рассматриваться сравнительно длинные балки (и их пролёты). Тогда данный эффект не играет заметной роли, но при этом будут учитываться инерционные силы от линейных и угловых перемещений. Положение непрерывных участков будем определять с помощью вектор-функции векторного и скалярного аргументов $\mathbf{u}(\mathbf{x}, t)$, соответствующей смещениям балки в поперечном направлении, t – время. При этом используется локальная система пространственных координат $x_i \in [0, l_i]$ с началом на левом конце каждого участка. Компоненты вектора $\mathbf{u}$ соответствуют пролётам между опорами.

Размеры сосредоточенных масс в горизонтальном направлении будем считать пренебрежимо малыми по сравнению с пролётами балки, т.е. в расчётах равными нулю. Центры сосредоточенных масс при этом лежат на продольной центральной оси балки. Тогда движения сосредоточенных масс являются плоскопараллельными с полюсом в центре масс, а сами движения состоят из поступательного движения в вертикальном направлении и из вращательного движения вокруг полюса.

Положения сосредоточенных масс определяются линейными координатами $\mathbf{y}(t)$, отсчитываемыми по вертикали от положения статического равновесия. Рассмотрим установившийся режим колебаний.

Математическая модель поперечных колебаний будет в виде трёх систем дифференциальных уравнений.

Первая из них соответствует множеству непрерывных участков. В предположении о малости отклонений в поперечном направлении колебаниям каждого пролёта балки соответствует линейное неоднородное дифференциальное уравнение в частных производных гиперболического типа. Тогда в векторной форме при учёте инерции вращающейся распределённой массы можно записать:

$$\mathbf{B} \circ \mathbf{u}^{IV} - \mathbf{P} \mathbf{u}'' - \mathbf{R} \circ \ddot{\mathbf{u}} + \mathbf{m} \circ \ddot{\mathbf{u}} + \eta \mathbf{m} \circ \dot{\mathbf{u}} = 0, \quad \mathbf{x} \in (0, l), t > -\infty. \quad (1)$$

Здесь и далее значок $\circ$ означает операцию поэлементного перемножения векторов, так что из $\mathbf{c} = \mathbf{a} \circ \mathbf{b}$ следует $c_k = a_k b_k$; точки над буквами соответствуют дифференцированию по времени, штрихи в индексах – дифференцированию по соответствующим локальным пространственным координатам, четыре штриха заменены римской цифрой; $\mathbf{m}$ – вектор погонных масс пролётов балки, $m_i = \rho S_i$; $\mathbf{B}$ – вектор жёсткостей балки на изгиб, $B_i = EJ_i$; $\mathbf{R}$ – вектор осевых моментов инерции вращающейся массы элемента балки единичной длины, $R_i = \rho J_i$; $\mathbf{0}$ – нуль-вектор.

В левой части уравнения (1) в порядке следования слагаемых учтены силы упругости, осевая продольная сила, силы инерции вращающейся массы, силы инерции от линейных перемещений, силы линейно-вязкого трения.

Вторая система представляет собой совокупность обыкновенных дифференциальных уравнений, описывающих вертикальные движения множества дискретных масс. Они составлены с использованием принципа Даламбера и гипотезы о малости перемещений и углов поворота сечений. При этом в уравнение включаются поперечные силы Q_i, Q_{i-1} , даламберовы силы инерции D_i , силы линейно-вязкого сопротивления (опор, конструктивных сочленений, внешней среды, внутри материала и т.д.) V_i , линейно-вязкие силы сопротивления в демферах W_i , упругие силы в гибких элементах опор G_i (рис. 2). В итоге векторная форма уравнений принимает вид:

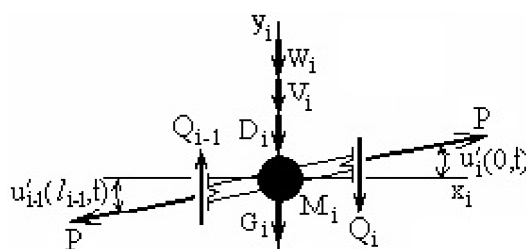


Рис. 2

$$\mathbf{M} \circ \ddot{\mathbf{y}} + \varepsilon \mathbf{M} \circ \dot{\mathbf{y}} + \mathbf{v} \circ (\dot{\mathbf{y}} - \dot{\mathbf{z}}) + \mathbf{c} \circ (\mathbf{y} - \mathbf{z}) + \mathbf{b}(\mathbf{u}) = 0, \quad t > -\infty. \quad (2)$$

Здесь $\mathbf{y}(t)$ – вектор-функция скалярного аргумента, описывающая отклонения сосредоточенных масс, ε – удельный коэффициент вязкого трения. Суть каждого из уравнений в том, что сумма проекций на вертикальную ось всех сил, приложенных к массе M_i , равна нулю. Первое слагаемое в левой части соответствует инерционной силе, второе и третье учитывают диссипативные силы, четвертое слагаемое – упругие силы в гибких опорах, пятое – поперечные силы в сечениях балки слева и справа от сосредоточенных масс.

Все векторы считаются вектор-столбцами. Введены обозначения для векторов, размерности которых очевидны:

$$\begin{aligned} \mathbf{I} &= \{I_1, I_2, \dots, I_n\}^T, \mathbf{x} = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}^T, \mathbf{S} = \{S_1, S_2, \dots, S_n\}^T, \mathbf{J} = \{J_1, J_2, \dots, J_n\}^T, \\ \mathbf{c} &= \{c_1, c_2, \dots, c_n\}^T, \mathbf{u}(\mathbf{x}, t) = \{u_1(x_1, t), u_2(x_2, t), \dots, u_n(x_n, t)\}^T, \\ \mathbf{y}(t) &= \{y_1(t), y_2(t), \dots, y_n(t)\}^T, \mathbf{v} = \{v_1, v_2, \dots, v_n\}^T, \mathbf{m} = \{m_1, m_2, \dots, m_n\}^T, \\ \mathbf{z}(t) &= \{z_1(t), z_2(t), \dots, z_n(t)\}^T, \mathbf{M} = \{M_1, M_2, \dots, M_n\}^T, \\ \mathbf{b}(\mathbf{u}) &= \{b_1(\mathbf{u}), b_2(\mathbf{u}), \dots, b_n(\mathbf{u})\}^T. \end{aligned}$$

$\mathbf{b}(\mathbf{u})$ – вектор упругих внутренних сил, компоненты которого образованы проекциями на вертикальную ось поперечных сил в сечениях балки слева и справа от сосредоточенных масс:

$$\begin{aligned} b_1(\mathbf{u}) &= B_1 u_1'''(0, t), b_i(\mathbf{u}) = B_i u_i'''(0, t) - B_{i-1} u_{i-1}'''(l_{i-1}, t), i = 2, 3, \dots, n; \\ b_n(\mathbf{u}) &= -B_n u_n'''(l_n, t). \end{aligned}$$

Третья система уравнений состоит также из обыкновенных дифференциальных уравнений, но теперь составляется относительно угловых координат. Их появление в математической модели колебаний вызвано необходимостью учёта сил инерции вращения сосредоточенных масс (рис. 3). На рисунке изображены моментные силовые факторы, участвующие во вращательном движении сосредоточенной массы M_i . В частности, $M_{\text{л}}$, $M_{\text{п}}$ – изгибающие моменты в сечении балки левее и правее сосредоточенной массы, $M_{\text{и}}$ – инерционный момент от вращения массы, $M_{\text{т}}$ – демпфирующий момент. По принципу Даламбера их сумма равна нулю, т.е. будет

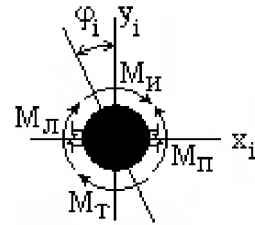


Рис. 3

$$M_{\text{л}} - M_{\text{п}} + M_{\text{и}} + M_{\text{т}} = 0. \quad (3)$$

Выразим слагаемые через известные соотношения:

$$M_{\text{л}} = EJ_{i-1} u_{i-1}''(l_{i-1}, t), M_{\text{п}} = EJ_i u_i''(0, t), M_{\text{и}} = I_i \ddot{\phi}_i(t), M_{\text{т}} = I_i \sigma \dot{\phi}_i(t). \quad (4)$$

Здесь I_i – моменты инерции сосредоточенных масс относительно оси, перпендикулярной плоскости чертежа, σ – коэффициент вязкого трения при вращении масс, $\phi_i(t)$ – компоненты вектора углов поворота сосредоточенных масс.

Подставим (4) в (3) и запишем уравнение

$$\mathbf{I} \circ \ddot{\boldsymbol{\phi}} + \sigma \mathbf{I} \circ \dot{\boldsymbol{\phi}} + \mathbf{d}(\mathbf{u}) = 0, \quad (5)$$

где введены обозначения

$$\begin{aligned} \mathbf{I} &= \{I_1, I_2, \dots, I_n\}^T; \boldsymbol{\phi} = \{\phi_1, \phi_2, \dots, \phi_n\}^T; \mathbf{d}(\mathbf{u}) = \{d_1, d_2, \dots, d_n\}^T, \\ d_1(\mathbf{u}) &= -B_1 u_1''(0, t), d_i(\mathbf{u}) = B_{i-1} u_{i-1}''(l_{i-1}, t) - B_i u_i''(0, t), i = 2, 3, \dots, n, \\ d_n(\mathbf{u}) &= B_n u_n''(l_n, t). \end{aligned}$$

Функции $\mathbf{y}(t)$ и $\boldsymbol{\phi}(t)$ можно исключить из уравнений (2), (4), пользуясь соотношениями, вытекающими из гипотезы о малости как линейных, так и угловых перемещений, т.е. будет

$$\begin{aligned} y_i(t) &= u_i(0, t), & i = 1, 2, \dots, n; & & y_n(t) &= u_n(l_n, t); \\ \phi_i(t) &= u_i'(0, t), & i = 1, 2, \dots, n; & & \phi_n(t) &= u_n'(l_n, t). \end{aligned} \quad (6)$$

2. Кинематически возбуждаемые колебания

Обратимся теперь к задаче о вынужденных установившихся колебаниях при гармонических возмущениях, представляющих наибольший практический интерес.

По множеству причин (вибрация оборудования, несущего данную конструкцию, землетрясения и т. д.) опоры балки совершают перемещения в поперечном направлении, что служит источником вынужденных колебаний. Пусть кинематические возмущения $z(t)$, возникающие по этим причинам, будут гармоническими с разными частотами Ω_k , амплитудами a_k и начальными фазами ψ_k :

$$z_k(t) = a_k e^{j(\Omega_k t + \psi_k)} = A_k e^{\lambda_k t}, \quad A_k = a_k e^{j\psi_k}, \quad \lambda_k = j\Omega_k, \quad k=1, 2, \dots, N. \quad (7)$$

Здесь A_k – комплекснозначные амплитуды, образующие вектор $\mathbf{A}$. В таком случае результирующие колебания, совершаемые балкой и дискретными массами, будут полигармоническими, т.е. состоящими из гармоник с разными частотами.

Определим функции перемещений и амплитуд для установившихся колебаний. Тогда начальные условия к системе уравнений (1), (2), (5) не требуются.

Уравнения (1), (2), (5) с учётом (7) имеют общее решение:

$$\mathbf{u}(\mathbf{x}, t) = \mathbf{H}(\mathbf{x}, \boldsymbol{\lambda}) \mathbf{z}(t), \quad \boldsymbol{\lambda} = (\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_N)^T, \quad \mathbf{x} \in (0, l), \quad t > -\infty, \quad (8)$$

где $\mathbf{H}(\mathbf{x}, \boldsymbol{\lambda})$ – матрица передаточных функций, элементы которой суть реакции пролётов балки на единичные гармонические возмущения опор. Например, $H_{ik}(x_i, \lambda_k)$ является комплексной амплитудой колебаний i -го пролёта балки при автономном гармоническом единичном возмущении k -той опоры $\zeta_k(t) = e^{\lambda_k t}$. В развёрнутой форме для i -го пролёта (8) имеет вид:

$$u_i(x_i, t) = \sum_{k=1}^N H_{ik}(x_i, \lambda_k) A_k e^{\lambda_k t}, \quad i = 1, 2, \dots, n.$$

Далее проблема состоит в том, чтобы найти матрицу передаточных функций. Перемещения i -го пролёта при возмущении $\zeta_k(t)$ обозначим $v_{ik}(x_i, t)$ и запишем:

$$v_{ik}(x_i, t) = H_{ik}(x_i, \lambda_k) \zeta_k(t), \quad i = 1, 2, \dots, n, \quad k = 1, 2, \dots, N. \quad (9)$$

Рассмотрим подробно реакцию системы на такое возмущение. Подстановка $v_{ik}(x_i, t)$ в (1) вместо $u_i(x_i, t)$ даёт уравнение в развёрнутой форме:

$$B_i v_{ik}^{IV}(x_i, t) - P v_{ik}''(x_i, t) - R_i \ddot{v}_{ik}(x_i, t) + m_i \ddot{v}_{ik}(x_i, t) + \eta m_i \dot{v}_{ik}(x_i, t) = 0, \quad (10)$$

$$i = 1, 2, \dots, n; \quad k = 1, 2, \dots, N.$$

Уравнения (2) претерпят аналогичные изменения и с учётом соотношений (6) примут вид:

$$M_i \ddot{v}_{ik}(0, t) + (\mu M_i + v_i) \dot{v}_{ik}(0, t) + c_i v_{ik}(0, t) + b_{ik}(v_{ik}) = [v_i \zeta_k(t) + c_i \zeta_k(t)] \delta_{ik}, \quad (11)$$

$$i = 1, 2, \dots, n; \quad k = 1, 2, \dots, N;$$

$$M_N \ddot{v}_{nk}(l_n, t) + (\mu M_N + v_N) \dot{v}_{nk}(l_n, t) + c_N v_{nk}(l_n, t) + b_{Nk}(v_{nk}) = [v_N \zeta_k(t) + c_N \zeta_k(t)] \delta_{Nk}, \quad (12)$$

$$k = 1, 2, \dots, N;$$

$$b_{lk}(v_{lk}) = B_l v_{lk}'''(0, t), \quad b_{ik}(v_{ik}) = B_i v_{ik}'''(0, t) - B_{i-1} v_{i-1,k}'''(l_{i-1}, t),$$

$$b_{Nk}(v_{nk}) = -B_N v_{nk}'''(l_n, t), \quad i = 2, 3, \dots, n, \quad k = 1, 2, \dots, N.$$

В (11), (12) использован символ Кронекера δ_{ik} .

Запишем (5) в развёрнутой форме после подобных преобразований:

$$I_i \ddot{v}_{ik}''(0, t) + \sigma I_i \dot{v}_{ik}'(0, t) + d_{ik}(v_{ik}) = 0, \quad i = 1, 2, \dots, n, \quad k = 1, 2, \dots, N; \quad (13)$$

$$I_N \ddot{v}_{nk}(l_n, t) + \sigma I_N \dot{v}'_{nk}(l_n, t) + d_{Nk}(v_{nk}) = 0, \quad k = 1, 2, \dots, N; \quad (14)$$

при этом

$$d_{lk}(v_{lk}) = -B_l v''_{lk}(0, t), \quad d_{ik}(v_{ik}) = B_{i-1} v''_{i-1,k}(l_{i-1}, t) - B_i v''_{ik}(0, t), \quad d_{Nk}(v_{nk}) = B_n v''_{nk}(l_n, t), \\ i = 2, 3, \dots, n, \quad k = 1, 2, \dots, N.$$

Выпишем условия сопряжения пролётов балки:

$$v_{i-1,k}(l_{i-1}, t) = v_{ik}(0, t), \quad v'_{i-1,k}(l_{i-1}, t) = v'_{ik}(0, t), \\ i = 2, 3, \dots, n, \quad k = 1, 2, \dots, N. \quad (15)$$

Уравнения (11)–(15) являются дополнительными к основному уравнению (10). Подставим (9) в (10) и запишем:

$$H_{ik}^{IV}(x_i, \lambda_k) - 2v_{ik} H_{ik}''(x_i, \lambda_k) + \theta_{ik}^2 H_{ik}(x_i, \lambda_k) = 0, \\ i = 1, 2, \dots, n, \quad k = 1, 2, \dots, N; \quad (16)$$

$$v_{ik} = \frac{P + \lambda_k^2 R_i}{2B_i}, \quad \theta_{ik}^2 = \frac{m_i(\lambda_k^2 + \eta \lambda_k)}{B_i}.$$

Обозначим

$$\alpha_{ik} = \sqrt{-v_{ik} + \sqrt{v_{ik}^2 - \theta_{ik}^2}}, \quad \beta_{ik} = \sqrt{v_{ik} + \sqrt{v_{ik}^2 - \theta_{ik}^2}}.$$

Тогда общее решение уравнения (16) имеет вид:

$$H_{ik}(x_i, \lambda_k) = A_{ik} \sin \alpha_{ik} x_i + B_{ik} \cos \alpha_{ik} x_i + C_{ik} \operatorname{sh} \beta_{ik} x_i + D_{ik} \operatorname{ch} \beta_{ik} x_i, \quad (17)$$

где A_{ik} , B_{ik} , C_{ik} , D_{ik} – произвольные постоянные интегрирования, i – номер пролёта, k – номер возмущения. Дифференцирование (17) даёт

$$H'_{ik}(x_i, \lambda_k) = \alpha_{ik}(A_{ik} \cos \alpha_{ik} x_i - B_{ik} \sin \alpha_{ik} x_i) + \beta_{ik}(C_{ik} \operatorname{ch} \beta_{ik} x_i + D_{ik} \operatorname{sh} \beta_{ik} x_i), \quad (18)$$

$$H''_{ik}(x_i, \lambda_k) = \alpha_{ik}^2 (-A_{ik} \sin \alpha_{ik} x_i - B_{ik} \cos \alpha_{ik} x_i) + \beta_{ik}^2 (C_{ik} \operatorname{sh} \beta_{ik} x_i + D_{ik} \operatorname{ch} \beta_{ik} x_i), \quad (19)$$

$$H'''_{ik}(x_i, \lambda_k) = \alpha_{ik}^3 (-A_{ik} \cos \alpha_{ik} x_i + B_{ik} \sin \alpha_{ik} x_i) + \beta_{ik}^3 (C_{ik} \operatorname{ch} \beta_{ik} x_i + D_{ik} \operatorname{sh} \beta_{ik} x_i). \quad (20)$$

Постоянные интегрирования можно найти из дополнительных условий. Используя с этой целью (11)–(15), т.е. подставляя (9), получим

$$e_{1k} H_{1k}(0, \lambda_k) + B_1 H'''_{1k}(0, \lambda_k) = \xi_{1k} \delta_{1k}, \quad k = 1, 2, \dots, N; \quad (21)$$

$$e_{1k} = M_1 \lambda_k^2 + (\mu M_1 + v_1) \lambda_k + c_1, \quad \xi_{1k} = v_1 \lambda_k + c_1; \\ \gamma_{1k} H'_{1k}(0, \lambda_k) - B_1 H''_{1k}(0, \lambda_k) = 0, \quad \gamma_{1k} = I_1 \lambda_k (\lambda_k + \sigma), \quad (22)$$

$$H_{i-1,k}(l_{i-1}, \lambda_k) = H_{ik}(0, \lambda_k), \quad H'_{i-1,k}(l_{i-1}, \lambda_k) = H'_{ik}(0, t), \quad i = 2, 3, \dots, n, \quad (23)$$

$$e_{ik} H_{ik}(0, \lambda_k) + B_i H'''_{ik}(0, \lambda_k) - B_{i-1} H'''_{i-1,k}(l_{i-1}, \lambda_k) = \xi_{ik} \delta_{ik}, \quad (24)$$

$$e_{ik} = M_i \lambda_k^2 + (\mu M_i + v_i) \lambda_k + c_i, \quad \xi_{ik} = v_i \lambda_k + c_i; \quad i = 2, 3, \dots, n; \\ \gamma_{ik} H'_{ik}(0, \lambda_k) + B_{i-1} H''_{i-1,k}(l_{i-1}, \lambda_k) - B_i H''_{ik}(0, \lambda_k) = 0, \quad \gamma_{ik} = I_i \lambda_k (\lambda_k + \sigma), \\ i = 2, 3, \dots, n; \quad (25)$$

$$e_{Nk} H_{nk}(l_n, \lambda_k) - B_n H'''_{nk}(l_n, \lambda_k) = \xi_{Nk} \delta_{Nk}, \quad e_{Nk} = M_N \lambda_k^2 + (\mu M_N + v_N) \lambda_k + c_N, \quad (26)$$

$$\gamma_{Nk} H'_{nk}(l_n, \lambda_k) + B_n H''_{nk}(l_n, \lambda_k) = 0, \quad \gamma_{Nk} = I_N \lambda_k (\lambda_k + \sigma). \quad (27)$$

$p_i = \sin \alpha_i l_i$, $g_i = \cos \alpha_i l_i$, $r_i = \operatorname{sh} \beta_i l_i$, $s_i = \operatorname{ch} \beta_i l_i$,

Здесь $\mathbf{G}$ – квадратная матрица порядка $4n$

$$G_i = \begin{pmatrix} p_{i-1} & g_{i-1} & r_{i-1} & s_{i-1} & 0 & -1 & 0 & -1 \\ \alpha_{i-1,k} g_{i-1} & -\alpha_{i-1,k} p_{i-1} & \beta_{i-1,k} s_{i-1} & \beta_{i-1,k} r_{i-1} & -\alpha_{ik} & 0 & -\beta_{ik} & 0 \\ B_{i-1} \alpha_{i-1,k}^3 g_{i-1} & -B_{i-1} \alpha_{i-1,k}^3 p_{i-1} & -B_{i-1} \beta_{i-1,k}^3 s_{i-1} & -B_{i-1} \beta_{i-1,k}^3 r_{i-1} & -B_{i-1} \alpha_{ik}^3 & e_{ik} & B_{i-1} \beta_{ik}^3 & e_{ik} \\ -B_{i-1} \alpha_{i-1,k}^2 p_{i-1} & -B_{i-1} \alpha_{i-1,k}^2 g_{i-1} & B_{i-1} \beta_{i-1,k}^2 r_{i-1} & B_{i-1} \beta_{i-1,k}^2 s_{i-1} & \gamma_{ik} \alpha_{ik} & B_{i-1} \alpha_{ik}^2 & \gamma_{ik} \beta_{ik} & -B_{i-1} \beta_{ik}^2 \end{pmatrix},$$

$$i = 2, 3, \dots, n.$$

нулевые элементы не выписаны. $\mathbf{D}$, $\mathbf{C}$ – вектор-столбцы размерности $4n$

Решение векторно-матричной системы (28) имеет вид:

При равенстве частот возмущений $\Omega_1 = \Omega_2 = \dots \Omega_N = \Omega$ можно найти вектор амплитуд

Для балки с параметрами

$$\mathbf{S} = \{17,4; 20,2; 17,4\}^T \text{ cm}^2, \mathbf{J} = \{572, 873, 572\}^T \text{ cm}^4, \mu = 0,05 \text{ c}^{-1}$$

при кинематических возмущениях с амплитудами $a_1=20$ мм, $a_2=a_3=30$ мм, $a_4=60$ мм и сдвигами фаз $\psi_1=\psi_2=\psi_3=\psi_4=0$ выполнены расчёты, представленные графиками (рис. 4). Первые элементы спектра собственных частот образуют множество $\omega = \{14,01; 19,33; 32,86\} \text{ с}^{-1}$ [1]. Кривые соответствуют возрастающим значениям частоты возмущений

$\Omega = 0 \text{ с}^{-1}$ (кривая 1); 9 с^{-1} (2); 12 с^{-1} (3); 17 с^{-1} (4); 34 с^{-1} (5).

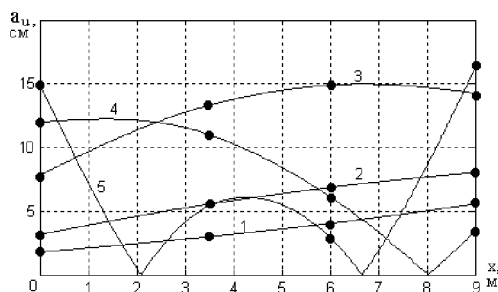


Рис. 4

Анализ графиков показывает следующее. Сначала при сравнительно небольших частотах возмущений колебания происходят по первой форме свободных колебаний. При приближении Ω к первой собственной частоте амплитуды увеличиваются (кривая 2, 3) и достигают наибольших значений при равенстве $\Omega = \omega_1 = 14,01 \text{ с}^{-1}$, т.е. при резонансных колебаниях. Соответствующая кривая здесь не показана. С дальнейшим ростом частоты возмущений амплитуды уменьшаются (кривая 4), форма их распределения по длине балки постепенно меняется. Сначала она находится под влиянием первой и второй собственных форм. Потом уже при частотах, близких к третьей собственной частоте (кривая 5), в форме колебаний можно заметить все три первые собственные формы, появляется многоволновость.

Библиографический список

1. Культербаев Х.П., Чеченов Т.Ю. Свободные колебания континуально-дискретной многопролётной балки при учёте инерционных сил вращения // Наука, техника и технология XXI века (НТТ – 2009): материалы IV Международной научно-технической конференции. – Нальчик: Каб-Балк. ун-т, 2009. – С. 313–317.
2. Культербаев Х.П., Чеченов Т.Ю. Свободные колебания модифицированной балки Тимошенко. Математическое моделирование и краевые задачи // Труды Второй всероссийской научной конференции. 1–3 июня 2005 г. – Ч. 1. – Самара: Самарский госуд. техн. универ., 2005. – С. 176–179.
3. Gutierrez R.H., Laura P.A.A. Transverse vibrations of beams traversed by point masses: A general, approximate solution // J. Sound and Vibr. – 1996. – 195. – № 2. – P. 353–358.

Kulterbaev H.P., Chechenov T.J. *Kinematically excited oscillations of continuous-discrete multispan beam considering inertial rotation force*

Kinematically excited lateral oscillations of multispan beam with adherent concentrated mass considering inertial forces of rotation are considered. Mathematical model of oscillation, which is based on three differential equation systems, is obtained. The first system describes oscillations of continuous parts of beam, the second and the third – linear and angular movements of discrete concentrated masses. Vector-function of movements at harmonic disturbances of bearings is found. The example of calculation is examined.

Keywords: kinematics excited oscillations, discrete-continual system, harmonic disturbances.

ПРОЧНОСТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ И НАЧАЛЬНЫЙ МОДУЛЬ УПРУГОСТИ ТУФОБЕТОНОВ, ПОДВЕРГНУТЫХ РАННЕМУ ЗАМОРАЖИВАНИЮ

Б.Х. Бештоков, З.М. Сабанчиев

Статья посвящена результатам исследований прочности на сжатие, прочности на растяжение и начального модуля упругости туфобетонных изделий на природных пористых заполнителях Кабардино-Балкарии, подвергнутых раннему замораживанию. Приводятся результаты экспериментов по определению «критической прочности» туфобетонных изделий, а также зависимости, позволяющие прогнозировать прочность на растяжение при раскалывании и начальный модуль упругости, в случае потери прочности туфобетона в результате раннего замораживания.

Ключевые слова: модуль упругости туфобетонных изделий, критическая прочность, замораживание.

О повышении строительно-технических свойств бетонов на пористых природных заполнителях Кабардино-Балкарии при использовании расширяющей добавки (РД) было рассказано в [2, 4].

Необходимость исключения сезонности ведения бетонных и железобетонных работ не вызывает сомнений [1, 3, 6]. Учитывая также необходимость строительства инфраструктуры в горных районах Кабардино-Балкарии, которые характеризуются отрицательной температурой даже в летний период, вопросы зимнего бетонирования приобретают еще большую актуальность для Кабардино-Балкарской Республики.

Известные методы зимнего бетонирования в первую очередь направлены на приобретение бетоном «критической прочности» до его замерзания, т.е. прочности, при которой замораживание бетона уже не может нарушить его структуру и повлиять на конечную прочность.

Величина «критической прочности» бетона характеризует только его сопротивление сжатию и не учитывает другие строительно-технические характеристики. Поэтому возникает необходимость в нормировании и прогнозировании свойств бетона, подвергнутого раннему замораживанию. Так, в работах А.И. Ваганова, Г.М. Рушука, В.Н. Сизова исследовалась водопроницаемость бетонов, замороженных в разное время с разной прочностью. Ими установлено, что в результате замерзания бетона в раннем возрасте водопроницаемость бетона снижается в большей мере, чем его прочность. Было отмечено, что большее влияние оказывает содержание в бетоне воды, а не количество и качество вяжущего.

Также было выявлено, что критическая прочность по водопроницаемости составляет: для подвижного и полужесткого бетона 6–7 МПа, а для литого бетона – около 9 МПа.

В связи с вышеизложенным нами была поставлена задача по выявлению критической прочности и исследованию прочности на растяжение при раскалывании и начального модуля упругости туфобетонных изделий как на обычном ПЦ, так и с РД, замороженных в различное время с различной прочностью (с разными потерями в прочности на сжатие).

В результате проведенных исследований выявлена критическая прочность туфобетонных изделий по некоторым строительно-техническим свойствам (прочность на сжатие, прочность на растяжение, начальный модуль упругости), которая оказалась равной 3–5 МПа. Полученные результаты показывают, что при обеспечении 100 % (критической) прочности на сжатие также обеспечиваются и другие строительно-технические показатели.

Применение РД позволяет снижать до 20 % количество градусочасов, необходимое туфобетону для набора критической прочности.

Экспериментально полученные результаты приведены в таблице.

Таблица

Результаты исследования

№ составов	Предел прочности образцов туфобетона в момент его замораживания, R замор	Предел прочности образцов туфобетона, твердевших в норм. усл., R, МПа	Предел прочности образцов туфобетона, подвергнутых раннему замораж., R з.у, МПа	Предел прочности туфобетонов на растяжение при раскалывании		Модуль упругости туфобетонов	
				твердевшие в норм. усл., R т, МПа	подвергнутые раннему замора- живанию, R т з.у, МПа	твердевшие в норм. ус., E, ГПа	подвергнутые раннему замо- раж., E з.у, ГПа
Образцы, приготовленные на обычном портландцементе (ПЦ)							
1	< 6	43	41	2,6	2,6	19	19,5
2	2,5	39	38	2,57	2,46	18,5	19
3	2,3	44	42	2,3	2,4	20	19,5
4	1,5	43	35	2,4	1,9	–	–
5	0,4	42	21	2,4	1,3	–	–
6	< 0,4	41	20			–	–
7	< 0,4	36	16	2,2	1	17	13,3
Образцы, приготовленные с применением расширяющей добавки (РД)							
8	3,5	42	39	2,56	2	19	18,6
9	0	43	41	2,5	2,45	19	19,5
10	2,6	44	42	2,2	2,2	19,5	20
11	1,6	42	36	2,3	2	–	–
12	0,4	26	10,5	1,74	0,65	16	8
13	0,4	26	16	1,74	1,08	16	8
Образцы, приготовленные с применением расширяющей добавки и карбонатного ускорителя твердения							
14	4	38	38	2,3	2,3	17,7	17
15	0,6	37	18,5	2,2	1,15	18	12,5
16	2	31	28	1,9	2	18	18
17	1,1	35	26,6	2,1	1,7	–	–
18	< 0,4	30	12	1,9	0,7	17,5	9,5
19	2,1	40	33,5	2,2	1,9	19,5	17,5
20	0,95	40	28	2,2	1,4	19,5	16
21	1,6	35	29	2,2	1,85	18	12,5

Результаты указанных выше опытов по выявлению влияния прочности бетона в момент замораживания на предел прочности при растяжении (R_t) приведены на рис. 1. По оси абсцисс отложена прочность бетона в момент замораживания, а по оси ординат – относительная прочность на растяжение при раскалывании.

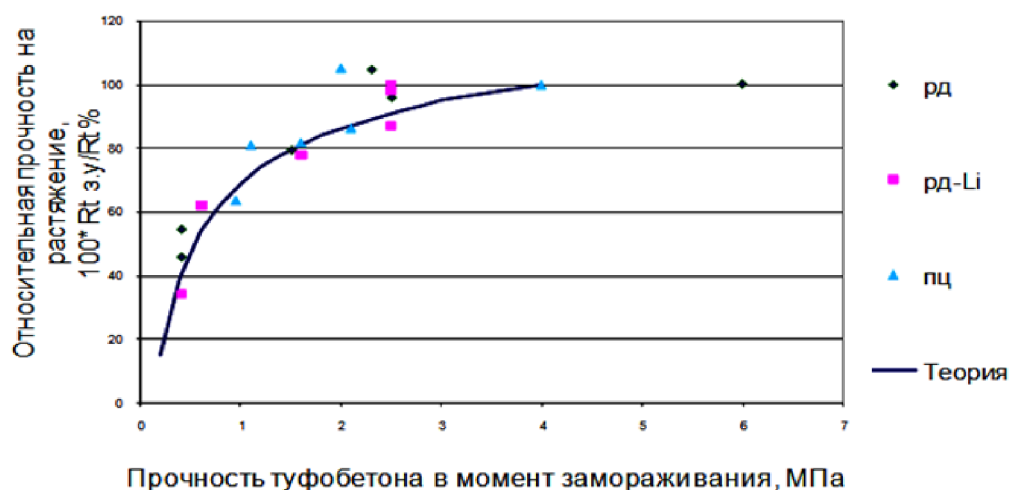


Рис. 1. Зависимость относительной прочности на растяжение от прочности в момент замораживания бетона

Из графика видно, что прочность при замораживании бетона, при котором будет обеспечена ее 95–100 % относительная прочность на растяжение от марочного возраста, равна 3–5 МПа.

Из результатов, приведенных на рис. 2, видно, что пределы прочности на растяжение у замороженных образцов, имеющих снижение прочности при сжатии, не соответствуют пределам прочности на растяжение равнопрочных образцов (на сжатие) нормального твердения. Это говорит о том, что зависимость предела прочности на растяжение от прочности на сжатие ($R_t = 0,26R^{0,6}$), выявленная для туфобетонов нормально-влажностного хранения [1, 3, 5], уже не будет отражать реальную зависимость после потерь прочности в результате раннего замораживания.

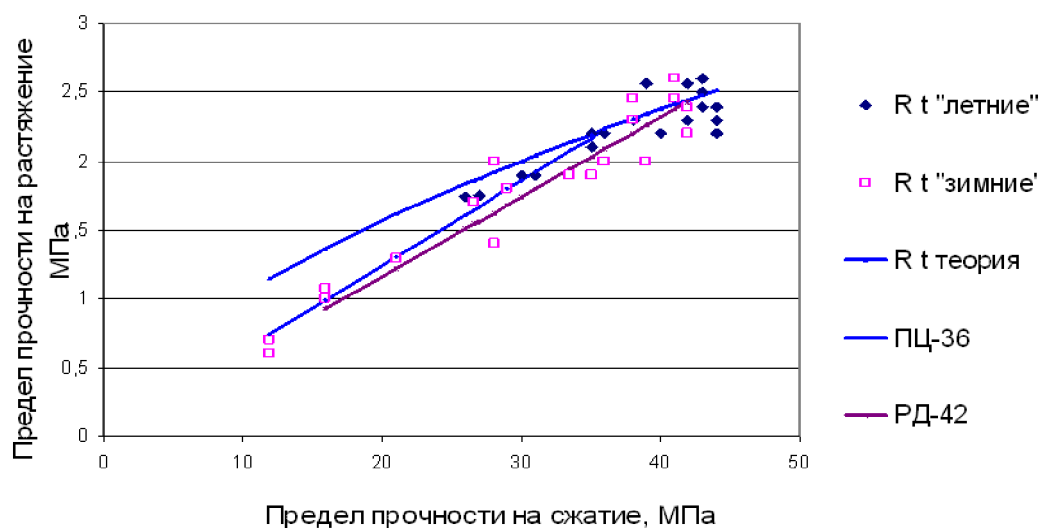


Рис. 2. Зависимость прочности на растяжение туфобетона от ее кубиковой при потерях прочности в результате раннего замораживания

Все это объясняется тем, что скапливающаяся вода на поверхности зерен крупного заполнителя при замерзании бетона нарушает ее сцепление с растворной частью, что подтверждается характером разрушения образцов. Так, при испытаниях на раскалывание в образцах из туфобетона при больших потерях прочности раскалывались меньше зерен крупного (туфового) заполнителя и при 40 % потере прочности – раскалывающихся зерен обнаружено не было.

Имеющийся большой разброс в экспериментально полученных значениях пределов прочности на растяжение замороженных образцов описать зависимостью с одной переменной не представляется возможным. В связи с этим дальше в работе предлагается зависимость с двумя переменными, которые, на наш взгляд, с достаточной для практики точностью отражают зависимость прочности на растяжение от прочности при сжатии туфобетонов, подвергнутых раннему замораживанию.

Из результатов испытаний туфобетонных образцов на растяжение, приведенных на рис. 3, видно, что потери относительной прочности на растяжение прямо пропорциональны снижению относительной прочности на сжатие

$$\frac{R_{t,z,y.}}{R_t} = \frac{R_{z,y.}}{R} \quad (1).$$

После преобразования данного равенства с учетом ранее выявленных формул, справедливых для туфобетонов нормального твердения [1, 3, 5], была получена зависимость предела прочности на растяжение от прочности на сжатие для туфобетонов, подвергнутых замораживанию:

$$R_{t,z,y.} = 0.26 \frac{R_{z,y.}}{R^{0,4}}, \quad (2)$$

где R_{zy} – экспериментально полученная прочность бетона на сжатие на 28 сутки после размораживания;

R – прочность (проектная) бетона в марочном возрасте, нормально-влажностного хранения.

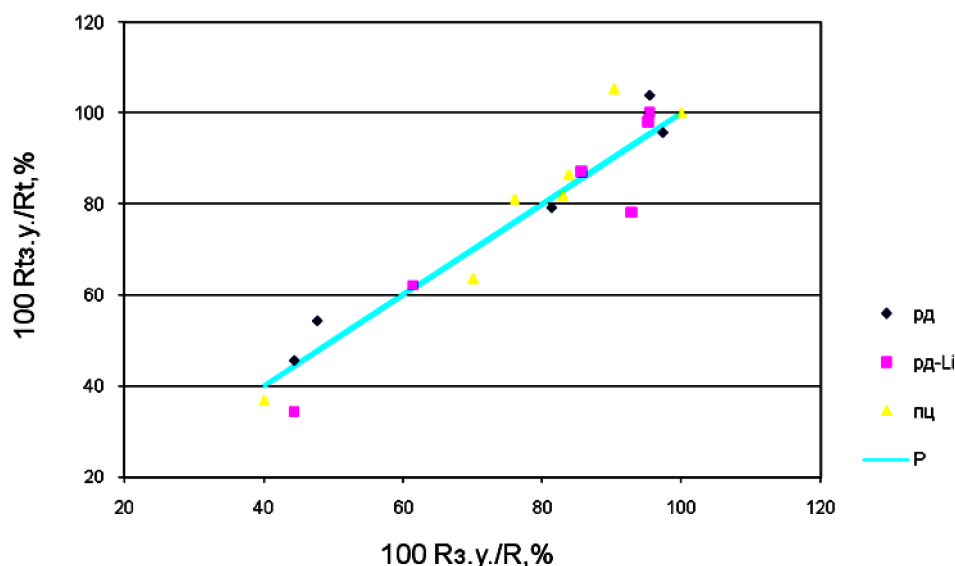


Рис. 3. Зависимость $100R_{t,z,y.}/R_t$ от $100R_{z,y.}/R$.

Уравнение можно считать справедливым для бетонов на туфовых заполнителях Кабардино-Балкарии, приготовленных на кварцевых песках как с РД, так и без неё с концентрацией крупного заполнителя $KK3 = 0,8$ и кубиковой прочностью бетона 26–43 МПа.

Для выявления критической прочности по начальному модулю упругости для туфобетонов на кварцевом песке были также заморожены образцы-призмы в разное время и с различной прочностью в тех же условиях и тех же составов, что и предыдущие эксперименты.

Из анализа полученных данных (рис. 4) видно, что точки кривой перегиба, соответствующие «критической прочности» по модулю упругости, лежат в пределах 3–5 МПа.

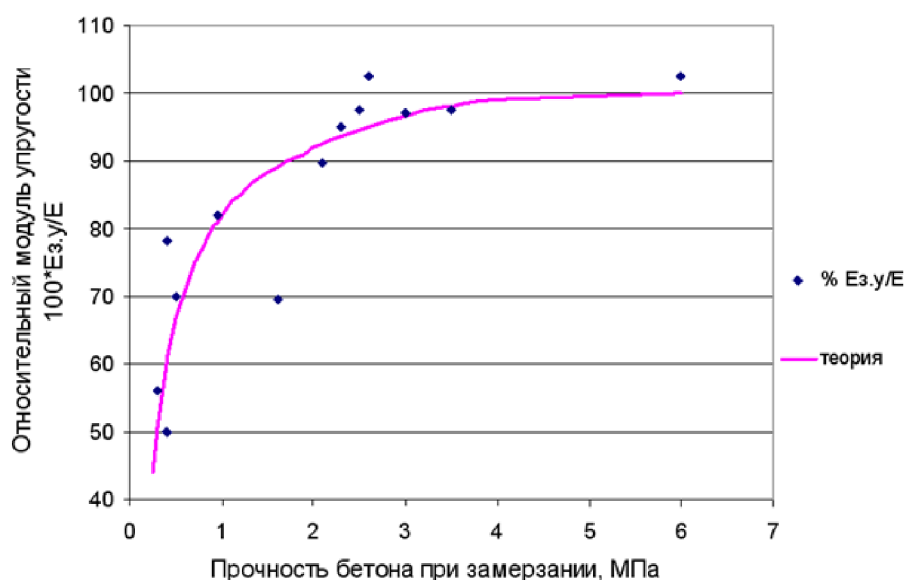


Рис. 4. Зависимость относительного модуля упругости от прочности замораживания туфобетона

Из результатов эксперимента, приведенных на рис. 6, видно, что при потерях прочности на сжатие прогнозирование начального модуля упругости туфобетонов по зависимостям, справедливым для туфобетонов нормально-влажностного хранения, также не представляется возможным.

Начальный модуль упругости при раннем замораживании бетона снижается несоразмерно с потерями в прочности. Объясняется это нарушением структуры растворной части, особенно в контактной зоне растворной матрицы с крупным заполнителем. Таким образом, в бетоне образуется как бы скелет из затвердевшего раствора со свободно лежащими в нем зернами крупного заполнителя. Так, в работе [5] было показано повышение (улучшение) модуля упругости цементного камня в контактной зоне (60–220 мкм) в бетонах на пористых заполнителях. Очевидно, что нарушение сцепления и структуры контактной зоны приведет к снижению модуля упругости.

Результаты эксперимента в удобной для анализа форме показаны на рис. 5. По оси абсцисс отложена относительная прочность, а по оси ординат – относительный модуль упругости туфобетонов, замороженных в раннее время. Представленные таким образом значения с достаточной для практики точностью описываются уравнением:

$$\frac{E_{з.у.}}{E_{н.у.}} = \left(0,646 \sqrt{\frac{R_{з.у.}}{R_{н.у.}}} - 0,4 + 0,5 \right) \quad (3)$$

или

$$E_{з.у.} = \left(0,646 \sqrt{\frac{R_{з.у.}}{R_{н.у.}}} - 0,4 + 0,5 \right) E, \quad (4)$$

где $R_{з.у.}$ – прочность образцов из туфобетона на сжатие, подвергнутых раннему замораживанию и выдержанных 28 суток в нормальных условиях после размораживания;

$R_{н.у.}$ – прочность бетона в марочном возрасте, твердевшего в нормально-влажностных условиях;

$E_{з.у.}$ – начальный модуль упругости образцов из туфобетона, подвергнутых раннему замораживанию и выдержанных 28 суток в нормальных условиях после размораживания;

$E_{н.у.}$ – начальный модуль упругости образцов из туфобетона марочного возраста, твердевших в нормально-влажностных условиях.

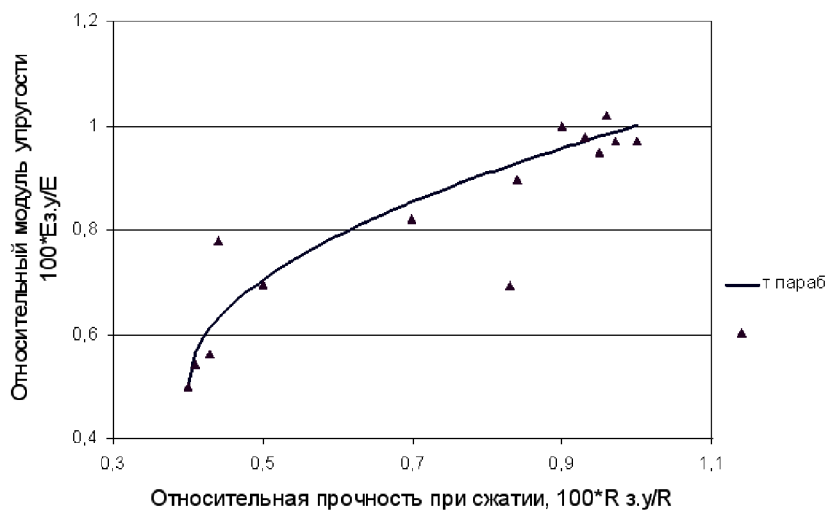
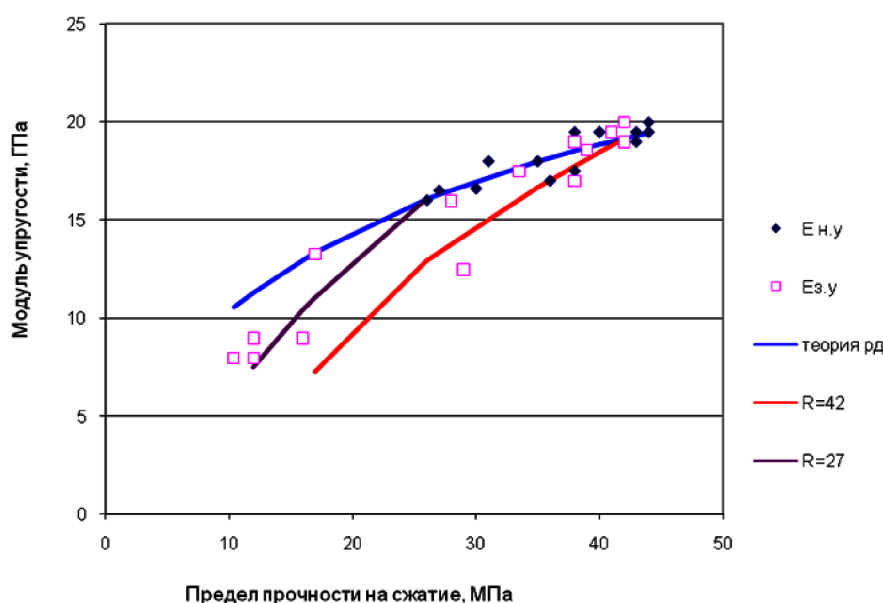
Рис. 5. Зависимость $100 \cdot E_{з.у}/E$ от $100 \cdot R_{з.у}/R$ 

Рис. 6. Зависимость начального модуля упругости от кубиковой при потерях прочности в результате раннего замораживания

Величина достоверности аппроксимации полученного уравнения и экспериментальных значений составляет $R^2 = 0,965$. Чрезмерное отклонение некоторых результатов экспериментальных данных некоторых образцов от теоретических значений объясняется погрешностью экспериментатора. Следует отметить, что уравнение справедливо для бетонов на пористых заполнителях Кабардино-Балкарии, приготовленных на кварцевом песке, как с расширяющей добавкой, так и без неё.

Исходя из вышеизложенного, можно сделать вывод: при бетонировании методом термоса при замерзании бетона после достижения критической прочности возможно прогнозирование прочностных характеристик и начального модуля упругости как портландцементных, так и туфобетонов с компенсированной усадкой ранее известными зависимостями. В случае же потери прочности туфобетона в результате раннего замораживания прогнозирование прочности на растяжение при раскалывании и начального модуля упругости возможно предложенными в данной статье зависимостями.

Библиографический список

1. Бессер Я.Р. Методы зимнего бетонирования. – М.: Стройиздат, 1976.
2. Бештоков Б.Х., Сабанчиев З.М. Некоторые свойства туфобетонов на портландцементе с расширяющими добавками // Материалы Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Перспектива–2003». – Нальчик: Каб.-Балк. ун-т, 2005. – С. 168–169.
3. Зильберберг С.Д. Предварительный электроразогрев бетонной смеси в зимних условиях. – М.: Стройиздат, 1974.
4. Несветаев Г.В., Бештоков Б.Х. Бетоны с компенсированной усадкой на природных пористых заполнителях Кабардино-Балкарии // Материалы международной научно-практической конференции «Строительство–2005». – Ростов-на-Дону, 2005. – С. 33.
5. Несветаев Г.В. Закономерности деформирования и прогнозирование стойкости бетонов при силовых и температурных воздействиях: автореф. дисс. ... докт. тех. наук: 05.23.05. – Ростов-на-Дону, 1998.
6. Сизов В.Н. Строительные работы в зимних условиях. – М., 1961.

Beshtokov B.H., Sabanchiev Z.M. *Strength properties and initial elasticity modulus of tuffcrete that underwent early freezing*

The article is dedicated to the results of studying compressive strength, tensile strength and initial elasticity modulus of tuffcrete on natural porous aggregates of Kabardino-Balkaria, which underwent early freezing. The results of testing of tuffcrete «critical strength» and relationships permitting prognostication of tensile strength under splitting and the initial elasticity modulus in case of tuffcrete strength loss as a result of early freezing are presented in the given article.

Keywords: elasticity modulus of tuffcrete, critical strength, freezing.

ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ СТАТЕЙ

Для публикации в журнале «Известия Кабардино-Балкарского государственного университета» принимаются статьи на русском или английском языке, содержащие результаты актуальных фундаментальных и прикладных исследований, передовых наукоемких технологий, научных и научно-методических работ.

Рукопись должна быть оформлена в соответствии с ГОСТ 7.89–2005 «Оригиналы текстовые, авторские и издательские».

В редакцию представляются:

- 1 экземпляр статьи на бумажном носителе и электронный вариант (на диске (дискете); на наклейке диска (дискеты) указываются фамилия первого автора и название статьи);
- сопроводительное письмо на бланке учреждения, где выполнена работа;
- внешняя рецензия;
- акт экспертизы о возможности опубликования в открытой печати;
- реферат на русском и английском языках (не более 1200 знаков), оформленный в соответствии с ГОСТ 7.9–95 «Реферат и аннотация», который включает индекс УДК, ФИО автора, название статьи и ключевые слова;
- сведения об авторах: фамилия, имя, отчество; место работы (название кафедры и вуза), должность, ученые степень и звание; служебный и домашний адреса, контактные телефоны, адреса электронной почты (для мобильной связи).

Статья должна быть подписана всеми авторами.

Статья должна содержать следующие разделы: цель исследования; результаты исследования; выводы; библиография.

Библиография оформляется в соответствии с ГОСТ 7.05–2008 «Библиографическая ссылка. Общие требования и правила оформления». В библиографическом списке нумерация источников должна соответствовать очередности ссылок на них в тексте. Номер источника указывается в квадратных скобках. Автоматическая нумерация ссылок не допускается.

Правила оформления текста статьи:

- объем статьи в пределах 15 машинописных страниц формата А4, через 1,5 интервала; размер шрифта – 14 пт;
 - поля страницы: слева – 3 см, справа – 1 см, сверху – 2,0 см, снизу – 2,5 см;
 - иллюстрации к статье (рисунки, фотографии) должны быть черно-белыми, четкими (разрешением не менее 300 dpi, расширение *.jpg.) и вставляются в текст. Обычный размер иллюстраций не более половины листа А4;
 - таблицы вставляются в текст.
- Тип файла в электронном виде – RTF.

При несоблюдении указанных правил, редакция оставляет за собой право не публиковать статью.

Все статьи рецензируются. По результатам рецензирования редколлегия принимает решение о целесообразности опубликования материала. Не принятые к печати статьи редакцией не возвращаются.

Статьи представляются в редакционно-издательский отдел ИПЦ КБГУ.

Контактный телефон: (8662) 72-23-13.

Адрес редакции: 360004, г. Нальчик, ул. Чернышевского, 173.

Телефон: (8662) 72-23-13.

E-mail: rio@kbsu.ru

СОДЕРЖАНИЕ

МАТЕМАТИКА

Лесев В.Н., Созаев В.А. О новом методе обработки экспериментальных данных для малых капель расплавов	3
Елеев В.А., Гучаева З.Х. Нелокальная краевая задача для уравнения Лаврентьева – Бипадзе в прямоугольной области	9
Балкизов Ж.А. Краевые задачи для уравнения смешанного типа третьего порядка с оператором Геллерстедта в гиперболической части	21

БИОЛОГИЯ

Дзуев Р.И. Существуют ли закономерности хромосомной эволюции у млекопитающих Кавказа?	34
Крапивина Е.А. Порядок <i>Poriales</i> в микобиоте западной части Центрального Кавказа ...	40

ОБРАЗОВАНИЕ. ПЕДАГОГИКА. ПСИХОЛОГИЯ

Хуранов А.Б. Идея интеграции технического, естественнонаучного и гуманитарного образования как условие подготовки конкурентоспособного специалиста	47
Насипов А.Ж. К вопросу формирования технологической культуры специалиста	54
Кагермазова Л.Ц. Субъективный профессиональный контроль в педагогическом общении	61

ИСТОРИЯ. ФИЛОСОФИЯ. КУЛЬТУРОЛОГИЯ

Кимов Р.М. Формы проявления культуры в разных системах	68
Мизай Е.Д. Тело, телесность и тегимен в западно-европейском искусстве	75

МЕДИЦИНА

Басиева И.Б., Мизиев И.А. Методы хирургического лечения доброкачественных опухолей яичников	83
Жетишев Р.А., Мамбетова А.М., Шабалова Н.Н. Особенности течения вторичного пиелонефрита у детей с врождёнными пороками органов мочевой системы на фоне недифференцированной дисплазии соединительной ткани	91

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Культербаев Х.П., Чеченов Т.Ю. Кинематически возбуждаемые колебания континуально-дискретной многопролётной балки при учёте инерционных сил вращения	98
Бештоков Б.Х., Сабанчиев З.М. Прочностные характеристики и начальный модуль упругости туфобетонов, подвергнутых раннему замораживанию	105
Правила оформления статей	112
	113

ИЗВЕСТИЯ КАБАРДИНО-БАЛКАРСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА

PROCEEDING OF THE KABARDINO-BALKARIAN STATE UNIVERSITY

Том I, № 1

Редакторы *Т.П. Ханиева, Л.П. Кербиева*

Компьютерная верстка *В.Н. Мидовой*

Корректоры *Е.А. Балова, Е.Г. Скачкова*

В печать 10.05.2011. Формат 60x84 ¹/₈.

Печать трафаретная. Бумага офсетная. 13.02 усл.п.л. 13.0 уч.-изд.л.

Тираж 1000 экз. Заказ № 6291.

Кабардино-Балкарский государственный университет.

360004, г. Нальчик, ул. Чернышевского, 173.

Полиграфическое подразделение КБГУ.

360004, г. Нальчик, ул. Чернышевского, 173.