СОДЕРЖАНИЕ

ГУМАНИТАРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Толкачева Н. В.
ФОРМИРОВАНИЕ ГЛОБАЛЬНОГО УРОВНЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОСТРАНСТВА РЕГИОНАЛЬНОГО ВУЗА В РАМКАХ СОЦИАЛЬНО-ПЕДАГОГИЧЕСКОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ С ДРУГИМИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫМИ СУБЪЕКТАМИ 3

Сорокина М. В., Растрепина А. О.
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СВОЙСТВ ДВИЖЕНИЙ ПЛОСКОСТИ ПРИ РЕШЕНИИ ОЛИМПИАДНЫХ ЗАДАЧ ПО ГЕОМЕТРИИ 8

ЭКОНОМИКА, СОЦИОЛОГИЯ, ПРАВО

Михеева А. А., Щеглов Ю. А.
ВЛИЯНИЕ РЕЙДЕРСТВА НА ЭКОНОМИЧЕСКУЮ БЕЗОПАСНОСТЬ ГОСУДАРСТВА 12

Клюева А. О., Щеглов В. Ю.
РОЛЬ ОЦЕНКИ НАЛОГОВОЙ НАГРУЗКИ ОРГАНИЗАЦИЙ 16

МЕДИЦИНА И ЗДРАВООХРАНЕНИЕ

Лебедев М. В., Захарова И. Ю., Керимова К. И.
КСЕРОСТОМИЯ (СИНДРОМ СУХОГО РТА) 19

Галкина Т. Н., Морозов И. А., Белоклокова И. Г.
АНТРОПОМЕТРИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ СТУДЕНТОВ ПЕНЗЕНСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА 23

Демидов А. В., Ильина Н. Л., Мохова А. О.
ОЦЕНКА ИНДЕКСА ВЕГЕТАТИВНОГО РАВНОВЕСИЯ У ИСПЫТУЕМЫХ В ВОЗРАСТЕ 18–20 ЛЕТ 34

Степанов Д. А., Галкин А. Н., Шпак Е. И., Корецкая Е. А.
СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ОБСЛЕДОВАНИЯ И ДИАГНОСТИКИ ПОВЫШЕННОЙ СТИРАЕМОСТИ ЗУБОВ 37

Иконников Д. С., Калмин О. В., Калмина О. А.
АНТРОПОЛОГИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ТЕЗИКОВСКОГО МОГИЛЬНИКА IV–V вв. 41

Шишкина М. И., Гультяева В. В.
ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОФИЛЯ ВЫСВОБОЖДЕНИЯ ДЕЙСТВУЮЩЕГО ПРЕПАРАТА ИЗ ЛЕКАРСТВЕННОГО ПОКРЫТИЯ 51

Иконников Д. С., Калмина О. А., Калмин О. В.
АНТРОПОЛОГИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ КРИВОЗЕРСКОГО МОГИЛЬНИКА X–XI вв. 55

АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ

Шалдаева А. А., Кудряшова Н. Ю.
ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ ПОСТРОЕНИЯ УРАВНЕНИЯ РАЗВЕТВЛЕНИЯ ДЛЯ ИНТЕГРАЛЬНОГО УРАВНЕНИЯ УРЫСОНА 67

Волкова Н. В., Вернигора А. Н., Буянова Е. В., Цаплина О. Ф.
ЭКСТРАКЦИЯ ФОРМАЛЬДЕГИДА ИЗ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ ВОДОЙ И СПИРТАМИ 75

ТЕХНИКА, ТЕХНОЛОГИЯ, УПРАВЛЕНИЕ

Козлов Д. В., Лось И. С.
РАСЧЕТ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА СИСТЕМЫ ТИТАН-АЛЮМИНИЙ С ИНТЕРМЕТАЛЛИЧЕСКИМ УПРОЧНЕНИЕМ 82

ГУМАНИТАРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

УДК 378.111

Н. В. Толкачева

ФОРМИРОВАНИЕ ГЛОБАЛЬНОГО УРОВНЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОСТРАНСТВА РЕГИОНАЛЬНОГО ВУЗА В РАМКАХ СОЦИАЛЬНО-ПЕДАГОГИЧЕСКОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ С ДРУГИМИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫМИ СУБЪЕКТАМИ

Аннотация. Образовательное пространство ведущего регионального вуза должно интегрировать образовательные потребности других образовательных организаций региона (школ, колледжей, других вузов и т.д.) и расширять свои границы, выходя на глобальный уровень. Социально-педагогическое взаимодействие (сетевое партнерство) является одним из первых в группе условий, при которых возможно сформировать образовательное пространство регионального вуза. Рассматривается связь регионального вуза с другими образовательными организациями, организациями-партнерами и определяется, какие из элементов структуры образовательного пространства регионального вуза являются совместными с образовательными пространствами других субъектов образования на глобальном уровне.

***Ключевые слова*:** образовательное пространство регионального вуза, образовательное пространство региона, интеграция образовательных пространств, открытое образовательное пространство, сетевое взаимодействие, социально-педагогическое партнерство.

Принцип единства образовательного пространства закреплен в ст. 3 Федерального закона № 273-ФЗ «Об образовании» [1] и подкреплен требованиями Федерального образовательного стандарта (Федеральный закон «Об образовании» № 273-ФЗ, ст. 11). При этом формирование единого образовательного пространства на территории Российской Федерации – один из важных аспектов в государственной политике в сфере образования.

И. Л. Беккер [2], Е. П. Белозерцев [3], Р. Е. Пономарев [4], А. В. Шумакова [5] и многие другие в своих работах, рассматривая образовательное пространство, приводят его характеристики. Многократное описание в исследованиях этого понятия избавляет нас от необходимости приводить его дополнительно. Отметим лишь, что его широкое смысловое поле позволяет говорить о многоаспектности.

В центре нашего внимания – образовательное пространство регионального вуза, которое мы рассматриваем, опираясь, в том числе, на подходы социальной феноменологии, используемые в педагогике (М. В. Воропаев [6]), *как разновидность пространства социального, как целостную, открытую образовательную систему*. Образовательное пространство регионального вуза, в нашем понимании, характеризуется взаимодействием со смежными образовательными системами и смысловой значимостью для субъектов образования. О взаимодействии в рамках образовательного пространства вуза агентов образовательного процесса говорит также Ф. К. Тугуз [7].

Открытость образовательного пространства регионального вуза, по нашему мнению, является той его особенностью, которая позволяет образовательной системе развиваться и расширять свои границы за пределы пространства самого вуза.

Образовательное пространство ведущего регионального вуза, каким в Пензенской области является Пензенский государственный университет, оказывает значительное влияние на образовательную политику высшей школы в регионе: с одной стороны, интегрируя образовательные потребности других образовательных организаций внутри региона (это проявляется в сетевом взаимодействии вуза со школами, учреждениями среднего профессионального образования, другими вузами, организациями-партнерами), с другой стороны, выходя на глобальный уровень (это проявляется в развитии международного сотрудничества в области образования и науки).

Кроме того, рассматривая глобальный уровень образовательного пространства регионального вуза, нельзя не упомянуть тенденцию реинтеграции образовательного пространства стран Содружества в рамках образовательного пространства регионального вуза.

Общественно-политическая ситуация в стране и мире (укрепление сотрудничества со странами ближнего зарубежья, в том числе и с бывшими союзными республиками; обратная миграция; воссоединение целостности границ России с присоединением Крыма и т.д.) позволяет говорить о проявлении тенденции к культурной и образовательной реинтеграции (объединение и возрождение традиций и ценностей в культуре и образовании, утерянных вследствие процессов миграции, распада бывших советских республик и т.д.), которая также влияет на образовательное пространство.

Анализируя структуру образовательного пространства регионального вуза, мы выделяем три его компонента [8]: содержательный, пространственно-предметный и информационный. Каждый из компонентов образовательного пространства представлен на трех уровнях: уровень вуза, региональный уровень и глобальный (мировой) уровень.

Остановимся на первом из компонентов (содержательном) и рассмотрим, как происходит интеграция образовательного пространства регионального вуза и пространств других субъектов образования на глобальном уровне.

На глобальном уровне содержательный компонент отражает сетевую образовательную деятельность вуза, его взаимодействие с зарубежными научно-образовательными институтами (вузами, центрами, фондами и т.д.).

Еще раз отметим, что социально-педагогическое взаимодействие вуза с другими образовательными субъектами является важным в группе условий, при которых возможно формирование эффективной модели образовательного пространства.

Рассмотрим социально-педагогическое взаимодействие вуза (на примере Пензенского государственного университета) с организациями-партнерами на глобальном уровне и определим, какие из элементов структуры образовательного пространства регионального вуза являются совместными у анализируемых образовательных пространств.

Взаимодействие со школами (по уровню «вуз – школа»), активно проявляющееся на региональном уровне, на глобальном уровне представлено менее выраженно. Сетевая модель здесь скорее сводится к предоставлению выпускникам школ (потенциальным абитуриентам) справочной информации о Пензенском государственном университете и возможностях получения образования в России. При проведении профориентационной работы с иностранными абитуриентами задача ранней профилизации, которая является важной, когда речь идет о взаимодействии со школьниками региона, выражена не столь ярко.

Взаимодействие с другими вузами (по уровню «вуз – вуз») – еще одна проекция социально-педагогического взаимодействия. На глобальном уровне также рассмотрим ее на примере взаимодействия ПГУ и зарубежных вузов.

По направлению деятельности «Международное сотрудничество» ПГУ работает с 97 партнерскими организациями из 36 стран мира. Наибольшее количество партнер-

ских организаций – из Китая (12 партнеров), Таджикистана (10 партнеров), Казахстана (7 партнеров), Германии (5 партнеров). Также представлены: Австралия (1), Азербайджан (3), Армения (1), Беларусь (4), Бенин (1), Болгария (4), Венгрия (2), Вьетнам (2), Греция (1), Дания (2), Израиль (4), Индия (3), Иордания (1), Ирак (1), Испания (1), Италия (3), Кыргызстан (4), Ливан (2), Норвегия (1), Польша (2), Румыния (2), Сербия (2), США (3), Турция (1), Узбекистан (1), Украина (3), Франция (3), Чад (1), Чехия (1), Швеция (1), ЮАР (1), Япония (1).

Рассмотрим два основных направления сотрудничества:

1) сотрудничество по направлениям реализации программ академической мобильности;

2) организация совместных образовательных событий.

Первое названное направление – стажировки, ***программы академической мобильности*** преподавателей и студентов ПГУ на базе вузов других стран, с одной стороны, и зарубежных преподавателей и обучающихся на базе ПГУ, с другой.

С позиций формирования открытого образовательного пространства регионального университета, претендующего на статус опорного вуза региона, реализация программ академической мобильности, на наш взгляд, особенно значима.

Ключевые партнеры ПГУ в направлении реализации двусторонних программ академической мобильности: Университет Реформаторской церкви Будапешта; Университет Лулео; Университет Фленсбург; Люблинский университет; Университет Алба-Юлия, Университет Трансильвании; Нахичеванский университет; Университет г. Падуя; Университет г. Ланчжоу; Университет г. Кокшетау; Евразийский национальный университет.

Анализ количественного показателя «исходящая» (обучающиеся ПГУ, выезжающие на обучение в вузы-партнеры) и «входящая» академическая мобильность (обучающиеся других вузов мира, приезжающие на обучение в ПГУ) показал, что количество обучающихся первой категории постоянно растет, в то время как количество приезжающих на обучение показало снижение численности в 2017 г. (табл. 1).

Таблица 1

Показатели академической мобильности студентов (в динамике за 2014–2017 гг.)

	2014 год	2015 год	2016 год	2017 год
«Исходящая» мобильность	50	55	60	94
«Входящая» мобильность	15	29	35	26

В настоящее время для студентов ПГУ и других вузов Пензенской области доступны следующие стипендиальные программы:

– стипендии Erasmus+;

– стипендии Президента РФ для обучения за рубежом;

– стипендии DAAD, PAD для обучения на летних языковых курсах;

– стипендии правительств различных государств для привлечения иностранных студентов;

– стипендии университетов-партнеров.

В реализации данного направления задействованы следующие подразделения университета: Центр студенческих обменов на базе Управления международных связей; Центр туристического сервиса на базе кафедры «Маркетинг, коммерция и сфера обслуживания».

В 2017 г. возросла активность академической мобильности среди преподавателей и сотрудников.

По данным управления международных связей, в 2017 г. состоялось 58 зарубежных командировок преподавателей и сотрудников ПГУ. Из них 16 в рамках реализации международных проектов, 18 – участие в международных конференциях, 12 зарубежных стажировок, 12 выездов в рамках работы приемной комиссии ПГУ за рубежом.

В качестве приглашенных профессоров в ПГУ в 2017–2018 гг. читают лекции и проходят стажировки 17 преподавателей мировых университетов и научных центров из Германии, США, Великобритании, Польши, Румынии, Индии. В 2017/2018 учебном году в ПГУ реализуется 5 сетевых образовательных программ (4 – с китайскими образовательными организациями, 1 – с университетом Германии). Это программы: «Международная экономика» (совместная программа ПГУ и Ланчжоуского городского университета, Китай), «Педагогическое образование (профиль «Музыка»)» (совместная программа ПГУ и двух университетов Китая: Гананьского педагогического университета и Ляньюньганского профессионально-педагогического института), «Лингвистика (русский язык как иностранный)» (совместная программа ПГУ и Хунанского института иностранных языков, Китай), «Иностранные языки, культура и межкультурная коммуникация» (совместная программа ПГУ и Европейского университета Фленсбурга, Германия).

Учеными Пензенского государственного университета в период с 2015 по 2018 г. реализуются следующие зарубежные гранты:

– профессиональное педагогическое образование через университетские школы (2015–2017 гг.), Erasmus+;

– школьная практика в педагогическом образовании (2016–2018 гг.), Erasmus+;

– интернационализация высшего образования (2016–2018 гг.), Erasmus+;

– зеленый кампус (2017–2018 гг.), посольство Германии;

– государственная политика в сфере образования и просвещения (2017 г.), фонд Розы Люксембург.

Кроме того, в декабре 2017 г. был проведен мониторинг проектов Erasmus+ университета (со стороны Национального офиса Erasmus+ в РФ).

Следует также отметить, что система организации академической мобильности студентов признана одной из лучших в РФ – даны рекомендации другим вузам по ее внедрению.

Участие ПГУ в реализации проекта «Интернационализация высшего образования» также признано успешным – даны рекомендации по завершению проекта и подготовке отчетной документации.

В настоящее время в Пензенском государственном университете разработана и поэтапно реализуется Стратегия интернационализации Пензенского государственного университета с 2017 по 2025 г. Одной из стратегических целей интернационализации, согласно документу, является следующая: ПГУ должен стать интегратором образовательного пространства региона в области интернационализации.

Формирование Пензенским государственным университетом открытого образовательного пространства, выходящего на глобальный уровень, способствует эффективной реализации модели интернационализации образования.

Второе направление сотрудничества, рассматриваемое нами – это организация совместных ***образовательных событий***.

Под образовательным событием как педагогической категорией, опираясь на позицию В. В. Лобанова, мы понимаем «специально организованный уникальный педагогический факт, ограниченный образовательной ситуацией, но жестко не детерминированный ею и выводящий образовательный процесс за границы обыденности» [9].

Примером образовательного события, отражающего глобальный уровень образовательного пространства Пензенского государственного университета, может служить ежегодный международный конгресс «Пенза-Фленсбург». Конгресс поочередно проходит

в Пензе и Фленсбурге. Его участниками становятся представители ПГУ, вузов и научных центров Германии.

Таким образом, мы можем говорить о расширении границ образовательного пространства ПГУ, интеграции вузом образовательных потребностей международных субъектов образования.

Библиографический список

1. Об образовании в Российской Федерации : федер. закон № 273-ФЗ от 29.12.2012. – URL: http://www.consultant.ru

2. Беккер, И. Л. Образовательное пространство как социальная и педагогическая категория / И. Л. Беккер, В. Н. Журавчик // Известия ПГПУ им. В. Г. Белинского. – 2009. – № 12 (16). – С. 132–140.

3. Белозерцев, Е. П. Образование. Историко-культурный феномен / Е. П. Белозерцев. – СПб., 2004.

4. Пономарев, Р. Е. Образовательное пространство / Р. Е. Пономарев. – М., 2014.

5. Шумакова, А. В. Сущностные основания проектирования интегративного образовательного пространства педагогического вуза в условиях модернизации российского общества / А. В. Шумакова // Мир науки, культуры, образования. – 2014. – № 2 (45).

6. Воропаев, М. В. Социально-феноменологические механизмы функционирования рефлексии в массовом педагогическом сознании / М. В. Воропаев // Вестник Костромского государственного университета им. Н. А. Некрасова. Сер.: Педагогика. Психология. Социальная работа. Ювенология. Социокинетика. – 2012. – Т. 18, № 1-1. – С. 240–242.

7. Тугуз, Ф. К. Социализация личности в культурно-образовательном пространстве современного классического университета в России : автореф. дис. … д-ра филос. наук / Тугуз Ф. К. – Ростов н/Д., 2015.

8. Воропаев, М. В. Проблема структурно-функционального анализа образовательного пространства регионального высшего учебного заведения / М. В. Воропаев, Н. В. Толкачева // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Гуманитарные науки. – 2017. – № 4 (44). – С. 180–192.

9. Лобанов, В. В. Образовательное событие как педагогическая категория / В. В. Лобанов // Образование и наука. – 2015. – № 1 (120). – С. 33–42.

Толкачева Наталья Викторовна, начальник Управления информационной политики и связей с общественностью, Пензенский государственный университет.
E-mail: Press_pgu@mail.ru

УДК 378.111

Толкачева, Н. В.

Формирование глобального уровня образовательного пространства регионального вуза в рамках социально-педагогического взаимодействия с другими образовательными субъектами / Н. В. Толкачева // Вестник Пензенского государственного университета. – 2018. – № 3 (23). – С. 3–7.

УДК 372.851

М. В. Сорокина, А. О. Растрепина

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СВОЙСТВ ДВИЖЕНИЙ ПЛОСКОСТИ ПРИ РЕШЕНИИ ОЛИМПИАДНЫХ ЗАДАЧ ПО ГЕОМЕТРИИ

Аннотация. Рассматриваются некоторые методические аспекты подготовки школьников к решению олимпиадных задач по геометрии. Приводятся примеры использования свойств линейности движений плоскости при решении задач элементарной геометрии олимпиадного характера. Обсуждается возможность использования системы подготовительных задач на примере некоторых видов движений.

Ключевые слова: движение плоскости, параллельный перенос, свойства линейности.

Как известно, геометрия считается одним из самых сложных для усвоения школьниками предметов, поэтому вопросам ее преподавания уделяется немало внимания. Учитель, осуществляющий процесс обучения геометрии, должен не только иметь очень хорошие знания на уровне элементарной геометрии, но и четко представлять целостность данной дисциплины как математической теории. В геометрии вопросы, касающиеся изучения инвариантов групп преобразований, действующих на многообразии, являются одними из ключевых. В школьном курсе в большинстве учебников по геометрии из всех видов преобразований евклидовой плоскости рассматриваются только движения. Традиционно учителя сталкиваются с трудностями при изучении данного материала. Тема сложная, авторы учебников по геометрии для средней школы предполагают ее изучение в разных классах. Так, в учебнике Л. С. Атанасяна [1] материал, касающийся движений плоскости, относится к курсу 9 класса, а в пособии А. В. Погорелова [2] – 8 класса. Определение движения дается традиционно как преобразование плоскости, сохраняющее расстояние между точками. Все задачи, включенные в школьные учебники, предполагают работу с движением фигур как преобразованием точечных множеств. Явно не рассматривается действие движений на такие объекты, как векторы. В пособии Погорелова [2] тема «Векторы» изучается после темы «Движения», а в учебнике Атанасяна [1] задачи, касающиеся отыскания образов векторов, отсутствуют.

Движение – это один из самых первых и простых примеров линейного преобразования плоскости. В школе факты, касающиеся свойств линейности движений, присутствуют, при решении задач это используется, но все задачи оперируют точечными множествами, не касаясь работы с векторами. Кроме того, не хватает времени на отработку навыков применения данного вида преобразований к решению задач. В школьных учебниках по геометрии не так много заданий, в условии которых нет упоминания о движениях, но которые требовали бы использования их при решении. Поэтому школьники не привыкли искать путь решения задачи с помощью теории движений.

Однако в олимпиадах по математике различного уровня встречаются задания, при решении которых необходимо рассматривать тот или иной вид геометрических преобразований. Они вызывают серьезные трудности даже у учащихся, которые знакомы с принципами решения олимпиадных задач. Первая трудность – определить тип преобразования, использование которого даст нам направление поиска решения задачи. Вторая трудность состоит в необходимости использования абстрактного применения свойств преобразований, не привязываясь к чертежу.

Поэтому возникает необходимость в системе обучающих упражнений, которые могли бы формировать умения использования теории движений при решении олимпиадных задач по геометрии. Необходимо показывать учащимся задания, в которых

движение действует на вектор. Кроме того, следует обращать внимание, что работать с векторами бывает удобнее, чем с точечными множествами, так как вектор – это свободный объект, который можно рассматривать в любой точке плоскости, и поэтому построение образа вектора можно заменить построением образа равного ему вектора, который будет удобен в каждом конкретном случае.

Рассмотрим использование теории движений при решении олимпиадной задачи по геометрии на примере следующего задания [3].

На плоскости даны три квадрата: $ABCD$, $AB_1C_1D_1$ и $A_2B_2CD_2$; первый квадрат имеет с двумя другими общие вершины A и C. Докажите, что медиана BM треугольника BB_1B_2 перпендикулярна отрезку D_1D_2 (рис. 1).

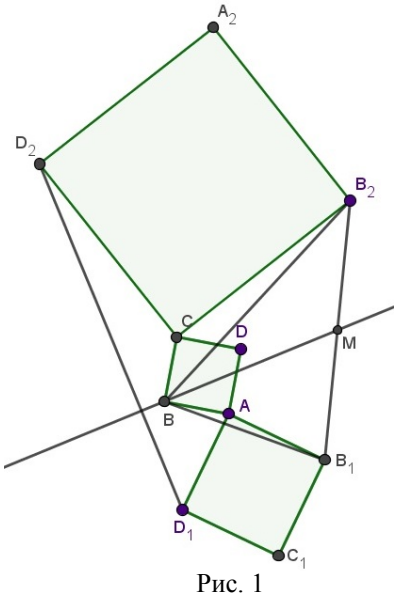


Рис. 1

Для начала нам необходимо определить такое преобразование плоскости, которое бы помогло решить данную задачу. Заметим, что за основу данной задачной ситуации берут квадраты, следовательно, может быть эффективно использование поворота на 90°. Переведем условие задачи на язык преобразований плоскости. Прежде всего необходимо переформулировать требование. Условие перпендикулярности двух прямых можно считать эквивалентным тому факту, что одна из прямых является образом другой при некотором повороте на прямой угол. Однако образы прямых как точечные множества зависят от центра поворота, поэтому гораздо удобнее работать с векторами, образы которых могут рассматриваться как свободные объекты. Причем перпендикулярность двух векторов не обязательно требует совпадения одного из них с образом другого, можно рассматривать любой коллинеарный ему вектор. Таким образом, новое требование задачи может выглядеть так: нужно доказать, что вектор $\overrightarrow{BM}$ при повороте перейдет в вектор, коллинеарный вектору $\overrightarrow{D_1D_2}$, или вектор $\overrightarrow{D_1D_2}$ будет являться образом вектора, коллинеарного вектору $\overrightarrow{BM}$. Выразим векторы по правилу многоугольника (рис. 2):

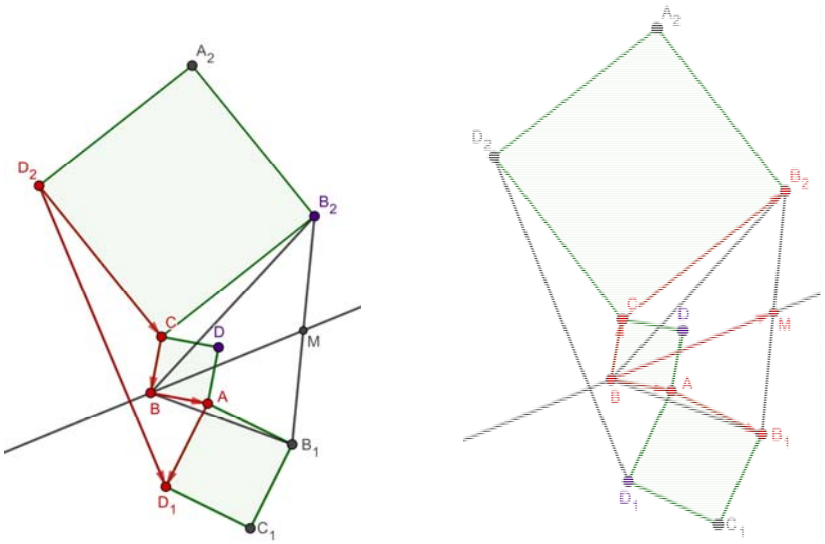


Рис. 2

$$\overrightarrow{D_2D_1} = \overrightarrow{D_2C} + \overrightarrow{CB} + \overrightarrow{BA} + \overrightarrow{AD_1},\ 2\overrightarrow{BM} = \overrightarrow{BC} + \overrightarrow{CB_2} + \overrightarrow{BA} + \overrightarrow{AB_1}.$$

Обозначим $\overrightarrow{BC} = \vec{a}$, $\overrightarrow{CB_2} = \vec{b}$, $\overrightarrow{AB_1} = \vec{c}$, рассмотрим образы этих векторов при повороте R на угол 90°: $R(\vec{a}) = \overrightarrow{BA}$, $R(\vec{b}) = \overrightarrow{D_2C}$, $R(\vec{c}) = \overrightarrow{AD_1}$. Тогда

$$\overrightarrow{D_2D_1} = R(\vec{b}) - \vec{a} + R(\vec{a}) + R(\vec{c}),$$

$$2\overrightarrow{BM} = R(\vec{a}) + \vec{b} + \vec{a} + \vec{c}\,.$$

Воздействуем поворотом на вектор $2\overrightarrow{BM}$, и, учитывая свойство линейности поворота, получим

$$2\overrightarrow{BM} = R\left(R(\vec{a}) + \vec{b} + \vec{a} + \vec{c}\right) = R(R(\vec{a})) + R(\vec{b}) + R(\vec{a}) + R(\vec{c}) =$$

$$= -\vec{a} + R(\vec{b}) + R(\vec{a}) + R(\vec{c}).$$

Из последнего равенства следует, что $\overrightarrow{D_2D_1} = R\left(2\overrightarrow{BM}\right)$, что и требовалось доказать.

Анализируя приведенное решение, можно сделать вывод о ряде возможных для учащихся трудностей. Во-первых, при решении требуется переформулировка требования задачи на «язык» движений. Во-вторых, речь идет о действии преобразования на векторы, а большинство задач, рассматриваемых в школе, работают с образами точек. В-третьих, даже в старших классах школы тяжело дается восприятие формы записи преобразования в символьной форме, терминология «образ», «прообраз».

Поэтому перед решением таких задач можно предлагать детям задания, которые помогут подвести их к открытию пути решения. Конечно, необходимо сначала вспомнить все свойства движений, делая упор на сохранение длин отрезков и углов. Затем ставим следующие задачи:

Задание 1. Докажите, что при повороте вокруг произвольной точки на угол α вектор переходит в вектор, образующий с данным вектором угол α.

Решение данной задачи необходимо осуществить в два этапа: сначала рассматриваем вектор, начало которого совпадает с центром поворота; затем считаем, что вектор отложен от произвольной точки плоскости. Как правило, школьники будут строить образ вектора поточечно, т.е. находя образ начала и конца. Первый пункт задания не вызывает затруднения; являясь инструментом актуализации необходимых знаний, утверждение задачи следует из построения (рис. 3). Вторая часть несколько сложнее. Если ученик пойдет путем непосредственного построения и доказательства, то задача потребует временных затрат. Поэтому необходимо обратить внимание учащихся на то, что вектор может быть отложен от любой точки плоскости (или параллельно перенесен в любую точку плоскости), так что для данного вектора мы рассматриваем равный ему, выходящий из центра поворота, и сводим задачу к предыдущей (рис. 4).

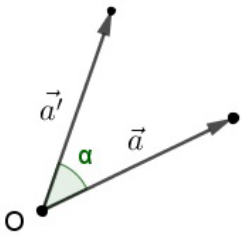


Рис. 3

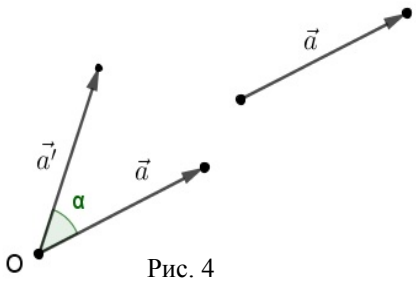


Рис. 4

Задание 2. Докажите, что при повороте R вокруг произвольной точки выполняется равенство: $R(3\vec{a}) = 3R(\vec{a})$. Справедливо ли это утверждение для произвольного множителя?

Это задание иллюстрирует одно из свойств линейности движений: однородность первой степени. В справедливости этого равенства можно убедиться на основе определения понятия движения и предыдущего задания. Нужно доказать равенство двух векторов. Обращаем внимание на то, что для этого нужно показать равенство длин и сонаправленность. При обосновании второго факта будем использовать результат предыдущего задания.

Задание 3. Докажите, что при повороте вокруг произвольной точки на угол α справедливо утверждение: образ суммы векторов равен сумме образов этих векторов.

В данной задаче обращаем внимание на символьную запись требования задачи: $R(\vec{a}+\vec{b})=R(\vec{a})+R(\vec{b})$. Проговариваем устно. Это свойство аддитивности преобразования. Для иллюстрации справедливости данного равенства можно предложить использование компьютерных средств. Исходя из опыта предыдущей задачи, учащиеся могут сразу предложить доказывать для векторов, выходящих из центра поворота. Перед решением необходимо вспомнить правила сложения векторов, в данном случае удобнее использовать «правило параллелограмма». Задание требует доказать равенство двух векторов. Доказательство будет напрямую зависеть от того, какая идея лежит в основе этого. Можно предложить следующий план: ищем вектор, стоящий в правой части равенства, и доказываем, что его длина будет равна длине вектора $\vec{a}+\vec{b}$, а угол между вектором $\vec{a}+\vec{b}$ и полученным вектором будет равен α. Далее, опираясь на определение поворота и признаки равенства треугольников, приходим к требованию задачи.

Задание 4. Дан произвольный вектор $\vec{a}$. Найдите образ этого вектора при последовательном действии на него двух поворотов на угол 90°.

В данном упражнении речь идет о композиции двух преобразований. Для школьников такие задачи достаточно редки. В данном примере нужно подчеркнуть, что композиция двух поворотов есть поворот на новый угол. Необходимо поэтапно выполнять построения, чтобы установить окончательную взаимосвязь и прийти к равенству $R(R(\vec{a}))=-\vec{a}$.

Решение задач элементарной геометрии с помощью геометрических преобразований можно включать в процесс изучения геометрии на факультативных занятиях. Такие задачи развивают логическое мышление школьников, умение анализировать условие задачи и переформулировать требование. Кроме того, они способствуют развитию абстрактного мышления, а система подготовительных заданий к сложным задачам указанного типа позволит учащимся облегчить путь поиска решения.

Библиографический список

1. Геометрия 7–9 : учеб. для общеобразоват. организаций / Л. С. Атанасян, В. Ф. Бутузов, С. Б. Кадомцев, Э. Г. Позняк, И. И. Юдина. – М. : Просвещение, 2018. – 383 с.

2. Погорелов, А. В. Геометрия 7–9 : учеб. для общеобразоват. организаций / А. В. Погорелов. – М. : Просвещение, 2014. – 240 с.

3. Прасолов, В. В. Задачи по планиметрии / В. В. Прасолов. – М. : Изд-во Моск. центра непрерывного математического образования, 2000. – 584 с.

Сорокина Марина Валерьевна, кандидат физико-математических наук, доцент, кафедра «Математическое образование», Пензенский государственный университет.
E-mail: Sorokina_m@list.ru

Растрепина Анастасия Олеговна, студентка, Пензенский государственный университет.
E-mail: n.rastrepina@mail.ru

УДК 372.851

Сорокина, М. В.

Использование свойств движений плоскости при решении олимпиадных задач по геометрии / М. В. Сорокина, А. О. Растрепина // Вестник Пензенского государственного университета. – 2018. – № 3 (23). – С. 8–11.

ЭКОНОМИКА, СОЦИОЛОГИЯ, ПРАВО

УДК 33

А. А. Михеева, Ю. А. Щеглов

ВЛИЯНИЕ РЕЙДЕРСТВА НА ЭКОНОМИЧЕСКУЮ БЕЗОПАСНОСТЬ ГОСУДАРСТВА

Аннотация. Рассматривается влияние рейдерства на экономическую безопасность государства. Дается определение понятий «рейдер» и «рейдерство». Проводится анализ рейдерских захватов в современной России.

Ключевые слова: рейдер, рейдерство, экономическая безопасность, Россия.

Растущая криминализация экономических связей в России, увеличение количества новых разновидностей преступлений и видов мошенничества – все это связано с имеющимися изъянами в нормативно-правовом регулировании экономических процессов, расходованием финансовых средств, процессами управления, отсутствием эффективного контроля со стороны госорганов над экономическими процессами, протекающими в стране. Поэтому в настоящее время одной из основных и важнейших угроз экономической безопасности нашего государства является рейдерство, получившее широкое распространение особенно в последние кризисные годы.

Рейдерство сегодня в нашей стране имеет колоссальный масштаб, угрожающий развитию экономики. Противостоять ему очень сложно, но все же возможно. И в первую очередь при помощи совершенствования корпоративной законодательной базы, существенными пробелами которой так умело пользуются захватчики чужого имущества. Но подобное противостояние должно вестись с осторожностью, чтобы не помешать работе цивилизованного рынка добровольно осуществляемых поглощений и проводимых слияний [10, с. 118].

Актуальность данного исследования остро стоящей темы рейдерства (или рейдерских захватов собственности) состоит в том, что масштабы и интенсивность его проявления аналитиками сильно недооценивается, а его разрушительный результат как для экономики страны, так и для современного общества в целом становится очевидным.

В современном мире рейдерство как особый вид криминальной деятельности является реальной угрозой не только имущественным интересам некоторых собственников предприятий, но и в целом экономической и, как следствие, национальной безопасности России, поскольку препятствует ее естественному экономическому развитию, росту эффективности российской экономики, понижает доверие граждан к госорганам, а также инвестиционную привлекательность России. По различным экспертным данным, ущерб, нанесенный рейдерством экономике России, ежегодно достигает 20–50 млрд. долл. Очевидно, именно поэтому органы госвласти России пытаются если не решить эту проблему, то хотя бы ее нивелировать.

В утвержденной стратегии национальной безопасности России, которая была принята Указом Президента РФ 31.12.2015, отражено, что процесс эффективно организованного противодействия незаконному рейдерству должен быть отнесен к числу важнейших направлений деятельности высших органов госвласти страны [8]. Следовательно, можно определить деятельность по противодействию рейдерским захватам как

важнейшее направление системы сформированных в стране государственных антикоррупционных мер.

Рейдером называется юридическое или физическое лицо, которое приобретает акционерное предприятие без согласия его собственников, администрации, работников, применяя в этих целях процедуру покупки на открытых торгах, либо агрессивно скупает контрольные пакеты акций акционеров [7]. Рейдерством принято называть поглощение компаний против воли их собственников. Это наносит непоправимый ущерб производственным компаниям и, следовательно, экономическому росту Российской Федерации.

Рейдерский захват собственности можно сравнить с такими преступлениями, как мошенничество (ст. 159 Уголовного кодекса РФ), вымогательство (ст. 163 УК РФ). Самоуправство (ст. 330 УК РФ) представляет собой силовой способ рейдерства [2].

Большую тревогу вызывают рейдерские захваты компаний, входящих в оборонно-промышленный комплекс. В связи с этим рейдерские захваты являются наиболее опасными преступными схемами, способными нанести огромный урон экономической, а, следовательно, и национальной безопасности Российской Федерации.

Большое внимание к существующей проблеме рейдерства также обусловливается уровнем защищенности института собственности в РФ, который можно оценить с помощью индекса экономической свободы. Этот индекс составляется с 1995 г. центром исследований «Heritage Foundation» и газетой «Wall Street Journal» и отражает большинство государств мира. Так, в данный индекс за 2016 г. (2016 Index of Economic Freedom) вошли 186 государств. Индекс экономической свободы проводит расчет по 10 показателям, каждый из которых имеет оценку по шкале 1–100 %, где значение 100 % говорит о максимальной экономической свободе страны, а 0 % – о минимальной. Например, одним из таких показателей можно назвать защищенность прав собственности. В России в период с 1996 по 2001 г. этот показатель находился на уровне 50 %, а в 2002 г. индекс защищенности прав собственности значительно упал (до 30 %). После чего индекс защищенности прав собственности скачками понижался на 5 % в 2009 и 2015 гг. и в настоящий момент времени имеет значение 20 %. Значение показателя в 20 % характеризуется как «слабая защищенность права собственности из-за коррумпированности и неэффективности судебной системы страны».

По данным Национального антикоррупционного совета РФ, каждый год в России осуществляется до 700 тыс. захватов собственности рейдерами, при этом уголовные дела возбуждаются только в 10 % случаев, а до рассмотрения в суде доходят и вовсе единицы [4].

По оценке Главного управления экономической безопасности МВД РФ, рейдерство в настоящее время постепенно перемещается из центра страны в регионы России, поскольку собственность в центре либо уже поделена, либо надежно защищена [3].

Региональный бизнес стал все чаще высказывать свое недовольство и подавать жалобы на незаконные уголовные преследования со стороны соответствующих госорганов и рейдерство. За полгода 2017 г. (т.е. с 17 июня по 3 ноября 2017 г.) с такими жалобами обратились 557 предпринимателей, 345 обращений из которых были к главе Генпрокуратуры. В общей сложности на данную линию за рассматриваемый период времени пришло 345 жалоб от коммерсантов [5], из которых 202 жалобы имели отношение к рейдерству и другим противозаконным действиям, а также к собственности и имуществу законных субъектов предпринимательства. 143 раза предприниматели пожаловались на противозаконное и безосновательное уголовное преследование госорганами, заключение их под стражу и другие меры пресечения свободы.

Из огромного числа примеров рейдерства в условиях нынешней России можно назвать несколько наиболее известных. Одним из таких примеров является судьба Пермского завода «Привод», рейдерский захват которого произошел с помощью липовых документов, в которых был отражен результат якобы проведенного собрания об избрании новых членов состава совета директоров компании. Также можно отметить дело

Кропоткинского маслоэкстракционного завода; в его случае рейдерский захват был осуществлен посредством подкупа и оглашения Арбитражным судом Республики Ингушетия неправосудного решения. Краснопресненский сахарорафинадный завод был подвергнут фиктивному банкротству. В ЗАО «Вагонмаш» использовались поддельные документы, руководство занималось искусственным формированием кредиторской задолженности, были проведены противозаконные собрания акционеров, и в результате таких действий были возбуждены уголовные дела в отношении виновных лиц. В корпорации «Уралинвестэнерго» был уничтожен реестр акционеров, а также присвоены акции на огромную сумму (более чем 74 млн руб.). Захват ОАО «Тольяттиазот» был осуществлен в результате скупки 10 % акций предприятия, незаконного возбуждения уголовных дел по несуществующим обвинениям в отношении руководства компании, а также в результате уголовного преследования и фальсификации некоторых документов путем наложения ареста на акции. Можно назвать множество таких примеров.

Также сегодня можно выделить такой вид, как государственные рейдерские захваты, современным ярким примером которого можно назвать события, происходящие с дипсобственностью российской стороны в Америке в связи с закрытием 30 марта 2018 г. по инициативе властей США генконсульства России в Сиэтле, штат Вашингтон. «Обыски, которые власти США проводят в торгпредстве России в Вашингтоне, можно сравнить с рейдерским захватом», – так заявил глава дипучреждения Александр Стадник [1].

Рейдерство по мнению экспертов и ученых-экономистов может быть причиной полного уничтожения малого и даже среднего бизнеса, поэтому обязательно нужно использовать превентивные меры нормативного и законодательного характера [6].

Именно пробелы, существующие в российском законодательстве, являются основными причинами появления рейдерских захватов [9, с. 227]. Существующая в настоящее время в нашем государстве нормативно-правовая база практически не регламентирует цивилизованные способы ведения предпринимательства в области осуществления поглощений компаний либо их слияний. Сегодня в нашей стране ввиду происходящих в политике и экономике событий рейдерские захваты стали стремительно распространяться, поэтому очевидно, что высшим органам законодательной власти России нужно в срочном порядке провести работу с нормативно-правовой базой и сделать ее способной эффективно противодействовать рейдерским захватам.

Очевидно, что в последнее время рейдерство в нашей стране приобрело повсеместное явление, объясняющееся образованием в России огромного числа объектов частной собственности, в том числе различных предпринимательских структур, которые в целях извлечения прибыли в какой-либо степени применяют при осуществлении своей деятельности так называемые «серые» материалы, различные теневые схемы и инструменты, т.е. ведут бизнес не всегда законными методами и не всегда честно. Предприятие, осуществляющее свою деятельность более прозрачно и ориентированное на рынок, менее всего бывает подконтрольно коррупционерам и интересно рейдерам.

Библиографический список

1. «Рейдерский захват»: торгпред России прокомментировал обыски в Вашингтоне // Официальный сайт РИА Новости. – URL: https://www.ria.ru (дата обращения: 05.05.2018).

2. Уголовный кодекс Российской Федерации № 63-ФЗ от 13.06.1996 (в ред. от 23.04.2018, с изм. от 25.04.2018). – URL: https://www.twirpx.com/file/2519360/

3. Главное управление экономической безопасности и противодействия коррупции. — URL: https://www.мвд.рф (дата обращения: 05.05.2018).

4. Национальный Антикоррупционный Совет Российской Федерации. — URL: http://www.korupcii.net (дата обращения: 05.05.2018).

5. Рейдерство стало самой частой причиной жалоб бизнеса в Генпрокуратуру // Официальный сайт РБК. – URL: https://www.rbc.ru (дата обращения: 05.05.2018).

6. Рейдерство угрожает малому и среднему бизнесу в России // Российская газета. – URL: https://www.rg.ru (дата обращения: 05.05.2018).

7. Со всех сторон: угрозы и правила экономической безопасности. — URL: http:// www.forbes.ru (дата обращения: 05.05.2018).

8. О Стратегии национальной безопасности Российской Федерации : указ Президента РФ № 683 от 31.12.2015. – URL: https://www.consultant.ru

9. Федосеев, С. С. Меры противодействия рейдерским захватам имущества / С. С. Федосеев // Молодой ученый. – 2017. – № 23. – С. 226–229.

10. Чернышева, Ю. Н. Оценка влияния фактора рейдерства на экономическую безопасность государства / Ю. Н. Чернышева // Вестник Санкт-Петербургского университета МВД России. – 2012. – № 3 (55). – С. 118–121.

Михеева Анна Андреевна, студентка, Пензенский государственный университет.
E-mail: Ansterwood@mail.ru

Щеглов Юрий Александрович, старший преподаватель, кафедра «Менеджмент и экономическая безопасность», Пензенский государственный университет.
E-mail: sheglov.pgy@mail.ru

УДК 33
Михеева, А. А.
Влияние рейдерства на экономическую безопасность государства / А. А. Михеева, Ю. А. Щеглов // Вестник Пензенского государственного университета. – 2018. – № 3 (23). – С. 12–15.

УДК 33

А. О. Клюева, В. Ю. Щеглов

РОЛЬ ОЦЕНКИ НАЛОГОВОЙ НАГРУЗКИ ОРГАНИЗАЦИЙ

Аннотация. Рассматривается налоговая нагрузка в первую очередь как понятие, которое играет важную роль в каждой организации. Описана значимость определения уровня налогового бремени внутри каждого предприятия. Представлены последние показатели сбора по видам налогов в РФ, их уровень и темп роста. Описано, что планируется в ближайшем будущем изменить в налоговой системе, и как это может повлиять на налоговую нагрузку предприятий страны. Подведены итоги и внесены рекомендации относительно исследуемой темы.

Ключевые слова: налоговая система РФ, налоги, налогообложение, налоговая нагрузка организации, оценка налоговой нагрузки.

Налоговая нагрузка является одним из основных критериев в управлении как самого предприятия, так и государства в целом. Именно поэтому ее необходимо уметь правильно оценивать не только тем организациям, которые собираются стать участниками рыночных отношений, но и тем, которые достаточно давно на рынке.

Оценка налоговой нагрузки необходима, во-первых, чтобы определить, насколько выплаты налогов и сборов обременительны для субъекта. Во-вторых, важно четко определять последствия при использовании мер регулирования организацией в области налогообложения. А в-третьих, понять, будет ли фирма включена в план выездных налоговых проверок [2].

Для любой организации должно быть в приоритете снижение налоговых выплат. Причем используются как законные, так и незаконные меры. На данный момент для бизнеса налоговые ставки достаточно высоки, и в частности, для тех, кто ведет честную деятельность, находясь на рынке легально. В дальнейшем это соответственно сказывается как на цене товара или услуги, так и на их качестве.

В прошлом году собираемость налогов выросла (НДС, акцизы, налог на прибыль и т.д.) не за счет увеличения налоговой нагрузки, а за счет внедрения разработок (например, отслеживание соблюдения нормативно-правовых актов дистанционно) и применения необходимых мер (табл. 1). Глава Министерства финансов РФ в марте 2018 г. сообщил о поддержании такого рода действий, и кроме того добавил, что при этом сократится объем отчетности для предприятий [4].

Таблица 1

Поступления по видам налогов
в консолидированный бюджет РФ за 2016–2017 гг. [2]

Вид национальных налогов	Поступления, млрд. руб.		Темп роста, %
	2016	2017	
НДПИ	2929,4	4130,4	141
НДС	2770,2	3290	118,8
Налог на прибыль	3017,3	3251,1	107,7
НДФЛ	2657,4	3069,9	115,7
Акцизы	1293,9	1521,3	117,6
Имущественные налоги	1116,9	1250,3	111,9

В наступившем году властями РФ планируется сделать все максимально понятно и прозрачно. Вместе с тем ведутся обсуждения касательно увеличения ставок по определенным видам налогов, пересмотра расчета налоговой базы и налоговых выплат. Президент РФ после выборов в 2018 г. обещал, что уровень налоговой нагрузки по стране увеличиваться не будет. Но при этом изменения в области распределения неизбежны, т.е. производители товаров будут платить меньше, при этом потребители этих дорогих товаров будут платить больше. Хоть такое высказывание и прозвучало от главы государства, предприятиям не стоит забывать об оценке налоговой нагрузки, так как мы находимся в сложном периоде рыночных и международных отношений.

Так что же такое налоговая нагрузка? Налоговая нагрузка – это доля суммы уплачиваемых за какой-то период налогов в какой-либо экономической базе за тот же период, позволяющая оценить влияние величины налоговых платежей на доходность и рентабельность оцениваемого субъекта. В зависимости от того, какой налог рассчитывается, налоговой базой могут являться прибыль, доход, затраты и выручка [1].

Нормативные акты, содержащие расчеты налоговой нагрузки и основные понятия [2]:

1. Об утверждении Концепции системы планирования выездных налоговых проверок : приказ ФНС России № ММ-3-06/333 от 30.05.2007 (в ред. от 10.05.2012);

2. О работе комиссии по легализации налоговой базы и базы по страховым взносам : Письмо ФНС России № ЕД-4-15/14490 от 25.07.2017;

3. Об оценке арбитражными судами обоснованности получения налогоплательщиком налоговой выгоды : постановление Пленума ВАС РФ № 53 от 12.10.2006.

Чтобы определить уровень налоговой нагрузки, необходимо воспользоваться следующей формулой:

Уровень финансовой нагрузки = сумма уплаченных налогов за календарный год по данным налоговой отчетности / сумма выручки в годовом отчете о финансовых результатах × 100 % [7].

Кроме того, следует понимать, что коэффициент налоговой нагрузки зависит от вида деятельности предприятия. В связи с этим на официальном сайте Федеральной налоговой службы представлены показатели налоговой нагрузки в зависимости от отрасли. Если уровень налоговой нагрузки низкий, то есть большой риск оказаться в плане выездной налоговой проверки [6].

Таким образом, анализ налоговой нагрузки является ключевым фактором для определения стратегии в организации. Это сейчас крайне необходимо, так как после окончания выборов Президента РФ правительство по поручению главы государства задумалось о пересмотре налоговой системы. И, как говорится в докладе к коллегии Минфина по итогам 2017 г., необходимо сосредоточиться на стимулировании устойчивого роста экономики и создании справедливых конкурентных условий для предприятий. При донастройке налоговой системы Минфин будет исходить из принципа неизменности налоговой нагрузки (в 2017 г. она составила в России около 31 % ВВП) и «обеспечения долгосрочной сбалансированности государственных финансов». Поэтому нужно больше сделать акцент на администрировании, усовершенствовании системы уплаты налогов [3, 5].

Библиографический список

1. Налоговый кодекс Российской Федерации (НК РФ) (с изм. и доп.). Часть 1 от 31.07.1993 № 146-ФЗ. Часть 2 от 5.08.2000 № 117-ФЗ. – URL: https://www.base.garant.ru/10900200/

2. Официальный сайт Федеральной налоговой службы. – URL: https://www.nalog.ru

3. Силуанов назвал Путину альтернативу повышению налогового бремени // Официальный сайт РБК. – URL: https://www.rbc.ru

4. Минфин рассказал о целях изменения налоговой системы // Официальный сайт РБК. – URL: https://www.rbc.ru

5. Медведев заявил о необходимости «настройки» налоговой системы // Официальный сайт РИА Новости. – URL: https://www.ria.ru

6. Официальный сайт «Российский налоговый курьер». – URL: https://www.rnk.ru

7. Официальный сайт «Главная книга». – URL: http://www.glavkniga.ru/situations/k503189

Клюева Анна Олеговна, студентка, Пензенский государственный университет.
E-mail: anna-semyonova96@mail.ru

Щеглов Вадим Юрьевич, старший преподаватель, кафедра «Менеджмент и экономическая безопасность», Пензенский государственный университет.
E-mail: sheglov.pgy@mail.ru

УДК 33
Клюева, А. О.

Роль оценки налоговой нагрузки организаций / А. О. Клюева, В. Ю. Щеглов // Вестник Пензенского государственного университета. – 2018. – № 3 (23). – С. 16–18.

МЕДИЦИНА И ЗДРАВООХРАНЕНИЕ

УДК 617.51

М. В. Лебедев, И. Ю. Захарова, К. И. Керимова

КСЕРОСТОМИЯ (СИНДРОМ СУХОГО РТА)

Аннотация. На сегодняшний день ксеростомия является актуальной проблемой, встречающейся в практике врачей различных специальностей. Длительный недостаток слюны в полости рта является причиной возникновения общих заболеваний (болезни желудочно-кишечного тракта, психоэмоциональные расстройства), стоматологических болезней. Состояние развивается в результате уменьшения (гипосиалия) или полного отсутствия слюны (асиалия).

Ключевые слова: ксеростомия, сухость в полости рта, слюна.

Слюна – прозрачная, не имеющая цвета биологическая жидкость, выделяемая в полость рта тремя парами крупных и множеством мелких слюнных желез полости рта. Слюна выполняет защитную, регенеративную функции, способствует реминерализации зубов. В ее состав входят компоненты, обладающие антибактериальной, противовирусной и противогрибковой активностью.

Слюнные железы делятся на главные и второстепенные. К главным относятся околоушная, подчелюстная и подъязычная пары слюнных желез.

Малые слюнные железы: небные, язычные, губные, щечные, дна полости рта.

В норме выделяется 0,3 мл/мин нестимулируемой слюны и 1–2 мл/мин стимулируемой. За 16 ч выделяется примерно 300 мл слюны. Во время сна количество выделяемой слюны уменьшается до 0,1 мл/мин; за 7 ч сна выделяется менее чем 40 мл слюны. При приеме пищи скорость выделения слюны составляет 4 мл/мин. Среднее количество слюны, выделяемой в день, составляет 500–600 мл/сут.

Когда количество нестимулируемой слюны падает на 50 % от нормального уровня, человек жалуется на сухость в полости рта. В нестимулируемом состоянии 70 % слюны выделяют подчелюстные и подъязычные железы, оставшиеся 30 % выделяются парой околоушных слюнных желез [4].

Несвоевременная диагностика ксеростомии приводит к тому, что в большинстве случаев пациенты обращаются к врачу в поздней стадии, когда уже произошли необратимые изменения в железистой ткани.

Поражения органов полости рта, развивающиеся вследствие ксеростомии, весьма серьезны. Это множественный кариес зубов, не только имеющий типичную локализацию, но и поражающий иммунные зоны зуба: бугры моляров и премоляров, режущий край резцов; часто наблюдается циркулярное поражение зуба по периметру шейки, что быстро (в течение 3–4 месяцев) приводит к развитию осложнений кариеса, а порой и к утрате зуба [1]. Также повышается вероятность поражения пародонта вследствие увеличения количества зубного налета из-за дефицита слюны. Это осложняет все виды протезирования таких больных. Кроме того, недостаток слюны значительно повышает риск возникновения грибковой инфекции в полости рта.

Возникновению ксеростомии способствуют причины как ятрогенного, так и неятрогенного характера. Многие медикаментозные препараты оказывают влияние на выработку слюны. Большинство из них способны напрямую воздействовать на регу-

ляцию слюноотделения, а часть – путем воздействия на секреторные паренхиматозные клетки. К таким препаратам относятся: трициклические антидепрессанты, антипсихотические средства, антигистаминные препараты, бета-блокаторы.

Синдром ксеростомии с высокой частотой встречается у пациентов с онкологией, получающих лучевую и химиотерапию по поводу лечения рака головы и шеи. Доказано, что при проведении суммарной дозы 10 Гр после первой недели лечения отмечается снижение слюноотделения на 50–60 %. В этом случае сухость в полости рта выражена сильнее, чем при приеме лекарственных препаратов, что приводит к инвалидизации и значительному снижению качества жизни пациентов с онкологическими заболеваниями.

Большее количество причин развития данного синдрома носят неятрогенный характер. Гипосаливация встречается у пациентов с синдромом Шегрена – расстройства, при котором иммунные клетки подавляют собственные слезные и слюнные железы как в детском, так и во взрослом возрасте. Симптомы сухого рта встречаются при эндокринологических заболеваниях, таких как: сахарный диабет 1-го и 2-го типов, синдром Хашимото (аутоиммунный тиреоидит). В результате связи функции слюнных желез с функциями желез внутренней секреции они часто проявляются при хроническом панкреатите. Ксеростомия может сопровождать системные аутоиммунные заболевания (ВИЧ-инфекция, системная красная волчанка). У многих пациентов сухость полости рта появляется в результате дегидратации организма при значительной кровопотере, патологической диарее, выраженной потере жидкости через кожу (например, в результате ожога или на фоне лихорадки, полиурии, белкового и другого голодания) [4]. Эти состояния приводят к обезвоживанию организма и вызывают временное возникновение сухости полости рта.

Сухость во рту – типичный симптом алкогольной и наркотической зависимости, так как многие наркотические вещества снижают выработку слюны. Также среди причин возникновения ксеростомии имеют место табакокурение, употребление большого количества кофе.

К основным клиническим проявлениям ксеростомии и гипофункции слюнных желез относятся: потеря блеска слизистой оболочки полости рта и ее атрофические изменения, появление фиссур и долек на спинке языка, развитие ангулярного хейлита. Часто возникают дисбиотические изменения, рецидивы кандидоза [5].

В развитии ксеростомии выделяют три стадии: начальная, стадия клинических проявлений, поздняя. В период начальной стадии пациенты предъявляют жалобы на сухость рта, возникающую чаще всего при длительном разговоре, жжение в полости рта. Снижения саливации, по результатам лабораторных исследований, не отмечается. Объективно при пальпации протоков слюнных желез выделяется прозрачный секрет количеством в пределах нормы. В клинически выраженную стадию сухость рта беспокоит пациентов при приеме пищи и во время разговора. При объективном осмотре: слизистая оболочка бледно-розового цвета, слабо увлажнена. При проведении массажа протоков слюнных желез секрет выделяется капельно. В позднюю стадию пациенты испытывают постоянную сухость полости рта, пищу принимают, запивая водой. Слизистая оболочка полости рта атрофичная, сухая. Даже при интенсивном массировании секрет из протоков не выделяется [3].

В связи с большим количеством заболеваний, при которых может встречаться ксеростомия, вопрос лечения данного синдрома является актуальным для широкого круга врачей различных специальностей.

Лечение в первую очеред должно быть направлено на купирование процесса, который вызвал развитие ксеростомии.

Первым обязательным этапом для определения этиологии синдрома сухого рта является сбор анамнеза и выяснение принимаемых пациентом препаратов. Наряду с ди-

агностикой ксеростомии, врач должен провести комплексное обследование полости рта с применением специальных методов диагностики. При выявлении в процессе обследования других поражений их лечение должно проводиться совместно с лечением ксеростомии.

В настоящее время существует большое количество способов облегчения состояния сухого рта. При сохранении функциональной активности слюнных желез наиболее подходящим методом является стимуляция их секреции. Выделяют локальные и системные способы стимулирования. К локальным относятся: жевание жевательной резинки без сахара, мяты, инертных веществ типа парафина или сосание леденцов. Однако эффект от них быстропроходящий и требует частого повторения. Можно принимать витамин С (цитрусовые, аскорбиновая кислота), который обеспечивает более эффективную стимуляцию. Но у некоторых пациентов он вызывает раздражение слизистой оболочки и оказывает неблагоприятное воздействие на эмаль, что способствует возникновению патологии твердых тканей зуба. Не рекомендуется применение стимуляторов секреции, содержащих сахар, так как они могут увеличить риск развития кариеса. Более консервативный подход, который оказывается зачастую эффективным в снятии жалоб на сухость полости рта, состоит в рекомендации использовать простую воду [2].

При ксеростомии необходимо исключить из рациона соленые и сухие продукты, а также продукты и напитки с содержанием кофеина и высоким содержанием сахара. Алкогольные напитки и содержащие спирт средства для полоскания полости рта сушат слизистую и вызывают гипосаливацию. Пациентам рекомендовано отказаться от курения, использовать увлажняющие полость рта средства и зубные щетки с мягкой щетиной для исключения травматизации истонченной и сухой слизистой оболочки полости рта. При появлении ран и микротрещин необходимо нанесение на слизистую регенерирующих средств; 3 раза в день по 20 минут проводят аппликации кератопластических средств: масляные формы витаминов А и Е, каратолин, аекол, облепиховое масло, масло шиповника.

Системная стимуляция достигается благодаря действию специфических слюногонных фармакологических препаратов. Доказано, что данные препараты увеличивают секрецию слюны и минимизируют симптомы ксеростомии у пациентов. Такими препаратами являются: пилокарпин, цевимелин, хлорид бетанехола и анетол тритион. Пилокарпин является мускариновым антагонистом, стимулирующим холинорецепторы на поверхности ацинарных клеток. В ходе проведенных исследований установлено положительное действие пилокарпина в отношении ксеростомии, являющейся следствием лучевой и химиотерапии. Пилокарпин принимают перорально на протяжении всего цикла облучения в дозе 3–5 мг три раза в день. Побочные эффекты: потливость, тошнота, головокружение. Данный препарат может привести к дисфункции желудочно-кишечного тракта, а также мочевыводящей, сердечно-сосудистой и легочной систем [6].

Цевимелин является более сильным антагонистом для М1 и М3 субтипов мускариновых рецепторов. Поскольку М2 и М4 рецепторы находятся в сердечных и легочных тканях, использование цевимелина не нарушает функцию легочной и сердечной систем, в отличие от пилокарпина, и улучшает слюноотделение, что способствует устранению ксеростомии. Разовая доза цевимелина – 30 мг, три раза в день. В большинстве случаев цевимелин хорошо переносится больными, но возможно появление побочных эффектов, таких как: тошнота, рвота, диарея, насморк и повышенная потливость.

Хлорид бетанехола способствует слюноотделению через стимуляцию парасимпатической нервной системы, что вызывает высвобождение ацетилхолина на нервных окончаниях, а это провоцирует продукцию слюны. Бетанехол хлорид вводят в дозе 10–50 мг 3–4 раза в день. Побочные эффекты препарата: желудочно-кишечные расстройства, потливость и миоз.

В настоящее время активно используют слюнозаменители, в составе которых присутствуют биологически активные компоненты, имитирующие действие натуральной слюны. Данные средства должны обладать хорошими очищающими свойствами, обеспечивать ощущение влаги и не оказывать раздражающего действия на слизистую оболочку полости рта. В результате их применения пациенты испытывают мгновенное функциональное облегчение. Слюнозаменители способствуют увлажнению полости рта, уменьшают сухость и облегчают глотание. В настоящее время искусственные заменители слюны выпускаются в виде аэрозолей и гелей.

После успешного устранения симптомов ксеростомии необходимо избегать рецидивов. Это достигается за счет рационального применения лекарственных препаратов. Применение медикаментов, влияющих на работу слюнных желез, возможно только в случаях крайней необходимости. В основе профилактики ксеростомии лежит гигиена полости рта, своевременное лечение кариеса и грибковых суперинфекций.

Прогноз при ксеростомиях определяется характером основного заболевания и степенью нарушений функций слюнных желез. Но во всех случаях, кроме полной атрофии слюнных желез, можно добиться значительного улучшения состояния или полного излечения.

Библиографический список

1. Васильев, Ю. Л. Опыт использования зубных паст без лаурилсульфата натрия у пациентов с ксеростомией / Ю. Л. Васильев, О. И. Слюсар, М. Е. Коломийченко // Стоматология детского возраста и профилактика. – 2015. – Т. 14, № 1. – С. 62–65.

2. Комарова, К. В. Стоматологический статус пациентов с ксеростомией / К. В. Комарова, Н. Н. Раткина // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 6. – 570 с.

3. Симптоматическая терапия временной ксеростомии у больных после хирургических вмешательств на структурах полости носа и глотки / А. И. Крюков, Н. Л. Кунельская, Г. Ю. Царапкин, Г. Н. Изотова, А. С. Товмасян, О. А. Киселева // Медицинский совет. – 2014. – № 3. – С. 40–44.

4. Морозова, С. В. Ксеростомия: причины и методы коррекции / С. В. Морозова, И. Ю. Мейтель // Медицинский совет. – 2016. – № 18. – С. 124–127.

5. Подвязников, С. О. Краткий взгляд на проблему ксеростомии / С. О. Подвязников // Опухоли головы и шеи. – 2015. – № 5 (1). – С. 42–44.

6. Пожарицкая, М. М. Роль слюны в физиологии и развитии патологического процесса в твердых и мягких тканях полости рта. Ксеростомия : метод. пособие / М. М. Пожарицкая. – М. : ГОУВУНМЦ МЗ РФ, 2001. – 48 с.

Лебедев Марат Владимирович, кандидат медицинских наук, заведующий отделением челюстно-лицевой хирургии, Пензенская областная клиническая больница им. Н. Н. Бурденко; доцент, кафедра «Челюстно-лицевая хирургия», Пензенский государственный университет.
E-mail: mrtlebedev@rambler.ru

Захарова Ирина Юрьевна, челюстно-лицевой хирург, Пензенская областная клиническая больница им. Н. Н. Бурденко; ассистент, кафедра «Челюстно-лицевая хирургия», Пензенский государственный университет.
E-mail: izakharova@mail.ru

Керимова Карина Исхаковна, студентка, Пензенский государственный университет.
E-mail: karina.keri@mail.ru

УДК 617.51
Лебедев, М. В.
Ксеростомия (синдром сухого рта) / М. В. Лебедев, И. Ю. Захарова, К. И. Керимова // Вестник Пензенского государственного университета. – 2018. – № 3 (23). – С. 19–22.

УДК 314.144

Т. Н. Галкина, И. А. Морозов, И. Г. Белоклокова

АНТРОПОМЕТРИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ СТУДЕНТОВ ПЕНЗЕНСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА

Аннотация. Посвящено антропометрическому исследованию студентов медицинского института. Измерения проведены стандартным набором приборов и антропометрических инструментов. В ходе работы было проанализировано более 30 абсолютных антропометрических величин, проведены антропометрические измерения тотальных размеров, необходимых для расчета индексов. Помимо измерения абсолютных показателей, выполнен расчет величин, характеризующих физическое здоровье студентов: индекс Кетле, индекс пропорциональности Эрисмана, индекс Пинье, индекс Дж. Таннера.

Ключевые слова: антропология, антропометрия, кефалометрия, соматометрия, антропологические особенности, антропометрические величины, антропометрические измерения, индекс Кетле (индекс массы тела), индекс Эрисмана, индекс Пинье, индекс Таннера.

Объектом настоящего исследования послужили 50 девушек и 35 юношей 1997–2000 гг. рождения, студенты первого курса Медицинского института ПГУ в возрасте от 17 до 20 лет.

Для выявления динамики изменчивости антропометрических параметров молодых людей Пензы и Пензенской области на протяжении последнего десятилетия в работе дополнительно были использованы результаты исследований краниофациального комплекса Зюлькиной Ларисы Алексеевны, в которых приняли участие 116 девушек и 98 юношей в 2011 г. [5], и данные, полученные Галкиной Татьяной Нестеровной при исследовании весо-ростовых индексов и тотальных размеров тела 179 девушек и 130 юношей 16–20 лет в 2008 г. [2, 3].

При проведении антропометрии использовалась методика В. В. Бунака с учетом рекомендаций В. С. Сперанского и с использованием стандартного инструментария [1]. Парные антропометрические показатели измерялись на правой половине тела. Анализу были подвергнуты следующие параметры: продольный и поперечный диаметры головы, скуловой диаметр, средняя и морфологическая высоты лица, длина и масса тела, биакромиальный диаметр, ширина таза, длина руки и ноги, окружность грудной клетки в паузе, обхват талии [4, 7, 8]. Для всех показателей определялись минимальное (Min) и максимальное (Max) значения, средняя арифметическая (M), ошибка средней арифметической (m), среднее квадратическое отклонение (δ), коэффициент вариации (Cv), критерий достоверности различий между группами (p) [6, 14, 15].

Для оценки пропорциональности развития, диагностики избытка или недостатка массы тела, уровня физического развития были использованы: головной индекс, верхний лицевой индекс, индекс Эрисмана, Таннера, Кетле-II (индекс массы тела) (ИМТ) [11]. Соматотип определялся по схеме М. В. Черноруцкого [9, 12, 13].

Все результаты антропометрического исследования были занесены в специально разработанный протокол данных и обработаны методами вариационной статистики. Распределение описанных признаков определено как нормальное или близкое к нормальному (по методике Шапиро – Уилка) [10].

Результаты собственного исследования. Юноши

Для определения особенностей краниофациального комплекса исследуемых юношей анализу подвергались данные, полученные при измерении продольного, попереч-

ного, скулового и челюстного диаметров, морфологической и средней высот лица и обхвата головы.

Среднее значение продольного диаметра у исследуемых юношей составило 19,63±0,007. При сравнении полученных данных с данными 2011 г. [5], несомненно, обращает внимание достоверное ($p < 0,05$) преобладание продольного, скулового и поперечного челюстного диаметра, а также обхвата головы при статистической недостоверности ($p > 0,05$) средней высоты лица (табл. 1).

Таблица 1

Кефалометрические параметры юношей

Параметры	Юноши (исследования 2018 г.)	Юноши (2011 г. (исследования Зюлькиной Л. А.))	*p*
	M±*m*, см	*M*±*m*, см	
Продольный диаметр	19,63±0,007	18,54±0,07	$p < 0,05$
Поперечный диаметр	15,03±0,012	14,80±0,05	$p < 0,05$
Скуловой диаметр	13,61±0,009	13,36±0,07	$p < 0,05$
Средняя высота лица	7,52±0,007	6,39±0,05	$p > 0,05$
Обхват головы	57,18±0,018	56,91±0,12	$p < 0,05$

При анализе результатов исследований разных лет выявлено, что в выборке 2018 г. преобладает мезоцефалическая форма черепа (39,4 %), брахицефалическая и долихоцефалическая формы встречаются в 30,3 % случаев. В результатах исследования 2011 г. также преобладала мезоцефалическая форма, она отмечена в 50,0 % случаев, брахицефалическая – в 40,8 % случаев, а долихоцефалическая встречалась значительно реже (9,2 %) (рис. 1).

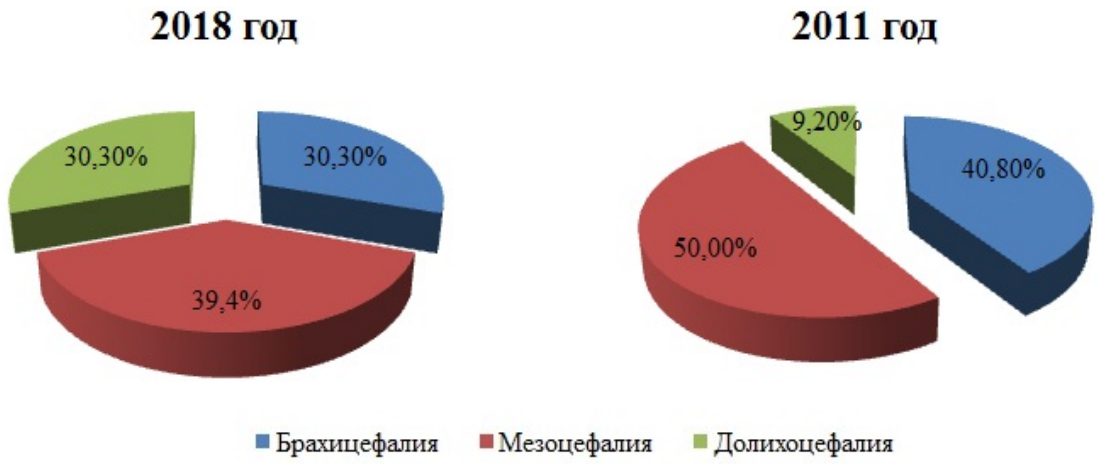


Рис. 1. Распределение юношей по величине головного индекса

При анализе результатов распределения исследуемых групп по верхнему лицевому индексу, который позволяет характеризовать форму лица без учета размера челюсти и лба, установлено, что среди исследуемых юношей (2018 г.) [2, 3] преобладающим типом лица является мезен (40 %). Лептены встречаются в 39 % случаев, а эуриены – в 21 % случаев. У юношей, исследуемых в 2011 г. [5], часто встречалась лептопрозопическая форма (46,9 %), мезопрозопический и эурипрозопический типы лица составляли 29,6 % и 23,5 % соответственно (рис. 2).

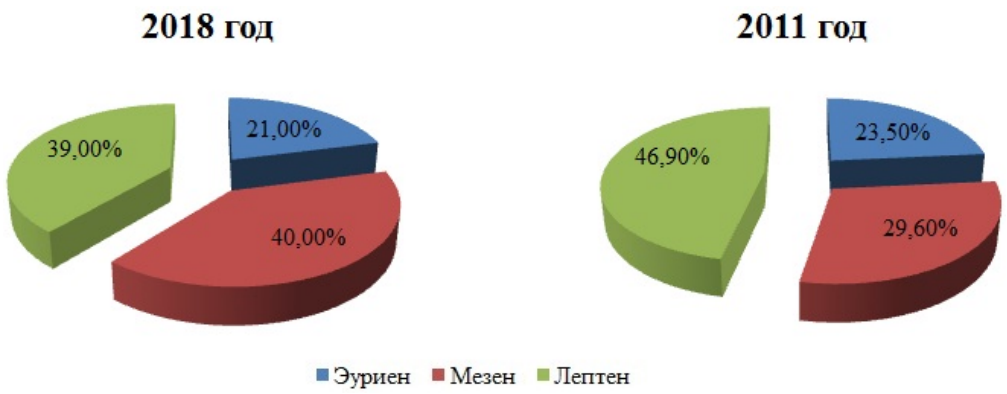


Рис. 2. Распределение юношей по верхнему лицевому индексу

Абсолютные соматометрические параметры современных пензенских юношей сравнивались с выборкой, исследованной в 2008 г. на кафедре «Анатомия человека» Медицинского института Пензенского государственного университета [3]. Средние показатели увеличились и выглядят следующим образом: средний рост юношей составил 178,45±0,076 см (2018) и 174,57±0,58 (2008), что на 3,88 см больше; масса тела также увеличилась в среднем на 3,93 (74,63±0,18 (2018) и 70,70±1,18 (2008)); ширина плеч увеличилась в среднем на 1,87 см (41,02±0,03 (2018), 39,15±0,31 (2008)), ширина таза составила 28,40±0,018 (2018) и 26,92±0,23 (2008), что также говорит об увеличении линейных размеров на 1,48 см. Длины руки и голени практически не изменились и составили в 2018 г. 79,09±0,054 и 44,82±0,032 в сравнении с 2008 г. – 79,08±0,16 и 44,73±0,30 (табл. 2).

Таблица 2

Антропометрические данные юношей

Параметры	Вариационно-статистические показатели				*p*
	M±*m* 2018	Cv 2018	*M*±*m* 2008	Cv 2008	
Длина тела (см)	178,45±0,076	3,91	174,57±0,58	3,80	$p < 0,05$
Масса тела (кг)	74,63±0,18	22,67	70,70±1,18	19,10	$p < 0,05$
Ширина плеч (см)	41,02±0,03	6,07	39,15±0,31	9,00	$p < 0,05$
Длина руки (см)	79,09±0,054	6,27	79,08±0,16	7,10	$p > 0,05$
Длина голени (см)	44,82±0,032	6,63	44,73±0,30	7,80	$p > 0,05$
Окружность грудной клетки (см)	90,32±0,11	11,17	94,71±0,75	9,10	$p > 0,05$
Ширина таза (см)	28,40±0,018	6,053	26,92±0,23	9,90	$p < 0,05$
Обхват талии (см)	78,25±0,12	13,53	78,89±0,90	11,70	$p > 0,05$

В результате расчетов индексов пропорциональности разница между исследуемыми юношами в 2018 г. и 2008 г. выглядит следующим образом.

По результатам вычисления индекса Эрисмана (индекс пропорциональности развития грудной клетки) у юношей, исследуемых в 2018 г., преобладает узкая грудная клетка (67 %), что свидетельствует об уменьшении массивности скелета (грацилизации) у современной молодежи (рис. 3). Широкая грудная клетка составляет 20 %, редко наблюдалась пропорциональная грудная клетка (13,33 % случаев). У юношей, исследуемых в 2008 г., преобладала широкая грудная клетка (53,08 %), узкая и пропорциональная грудные клетки встречались в 28,46 % и в 18,46 % соответственно.

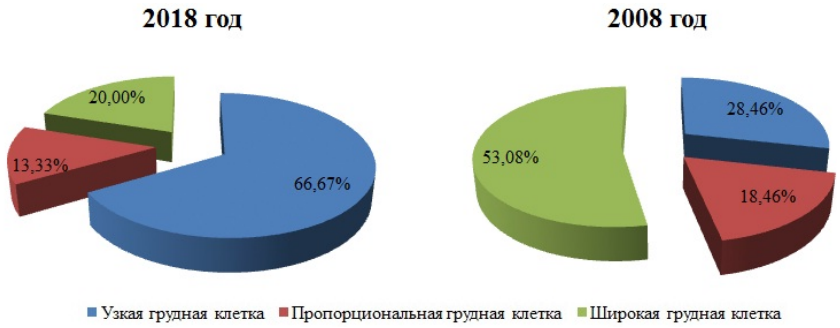


Рис. 3. Распределение юношей по индексу Эрисмана

Индекс Таннера (или индекс полового диморфизма) позволяет оценить соответствие пропорций тела человека его полу.

Распределение исследуемых по индексу Таннера говорит о соответствии своему полу. В большей своей части умеренные и легкие признаки строения тела по индексам полового диморфизма в исследовании 2018 г. относятся к андроморфному (66 %) и мезоморфному (27 %) типам телосложения (среди этих типов около 7 % юношей гинекоморфного типа); в исследовании 2008 г. андроморфия встречается в 42,31 % случаев, мезоморфия и гинекоморфия в 36,15 % и 21,54 % случаев соответственно (рис. 4).

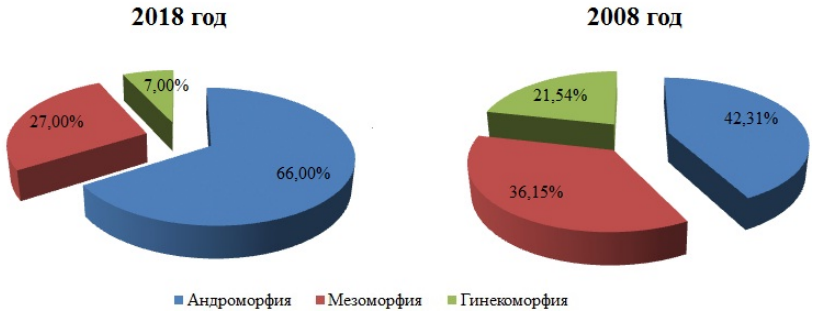


Рис. 4. Распределение юношей по индексу Таннера

По величине индекса Кетле-II преобладают юноши с нормальной массой тела (70 % и 68 %), лишний вес встречается у 16 % и 17 % соответственно, также присутствуют недостаточный вес (7 % и 8 %) и ожирение (в 7 % случаев у исследуемых в 2018 г. и 2008 г.) (рис. 5).

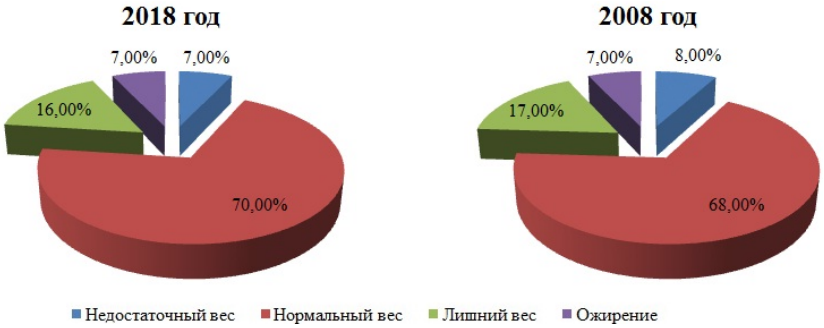


Рис. 5. Распределение юношей по индексу Кетле-II

По результатам оценки индекса Пинье по схеме Черноруцкого у исследуемых юношей в 2018 г. и 2008 г. чаще всего встречается атлетический тип телосложения (46,67 % и 50,77 %), пикнический тип уменьшился и в 2018 г. составил 33,33 % по отношению к 40 % 2008 г., астенический тип телосложения в 2018 г. наблюдался у 20 % исследуемых юношей при 9,23 % в 2008 г. (рис. 6).

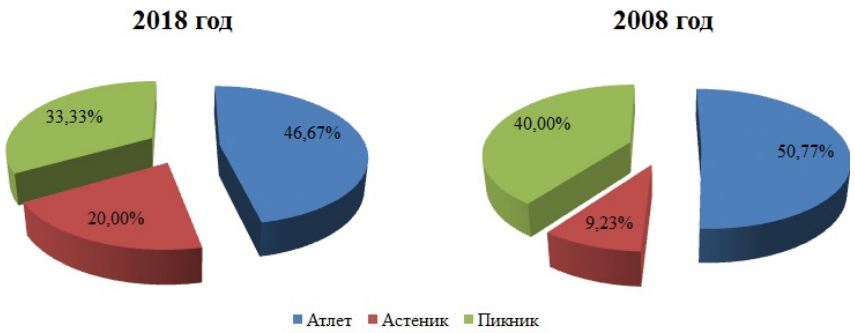


Рис. 6. Распределение юношей по индексу Пинье

Результаты собственного исследования. Девушки

Для определения особенностей краниофациального комплекса исследуемых девушек анализу подвергались данные, полученные при измерении продольного, поперечного, скулового и челюстного диаметров, морфологической и средней высот лица и обхвата головы. При сопоставлении полученных данных с данными 2011 г., несомненно, обращает внимание достоверное ($p < 0,05$) преобладание скулового диаметра (в группе 2011 г.), а также продольного диаметра, средней и морфологической высот лица в группе 2018 г. при статистической недостоверности ($p > 0,05$) различий продольного диаметра и обхвата головы между двумя группами (табл. 3).

Таблица 3

Кефалометрические параметры девушек

Параметры	Девушки (исследования 2018 г.)	Девушки (2011 г. (исследования Зюлькиной Л. А.))	*p*
	M±*m*, см	*M*±*m*, см	
Продольный диаметр	18,53±0,004	18,10±0,07	$p < 0,05$
Поперечный диаметр	14,56±0,003	14,47±0,04	$p > 0,05$
Скуловой диаметр	12,99±0,006	13,10±0,06	$p < 0,05$
Морфологическая высота лица	11,74±0,005	11,11±0,07	$p < 0,05$
Средняя высота лица	7,00±0,004	6,31±0,05	$p < 0,05$
Обхват головы	55,04±0,012	55,34±0,12	$p > 0,05$

Сопоставляя результаты исследования черепного указателя разных лет, выявили, что в выборке 2018 г. преобладает мезоцефалическая форма черепа (54 %), брахицефалическая форма встречается в 36 % случаев, долихоцефалическая – в 10 %. Среди женщин первого зрелого возраста (по данным 2011 г.) мезоцефалическая форма черепа отмечена в 45,7 % случаев, брахицефалическая – в 39,7 % случаев, долихоцефалическая – в 14,6 % случаев (рис. 7).

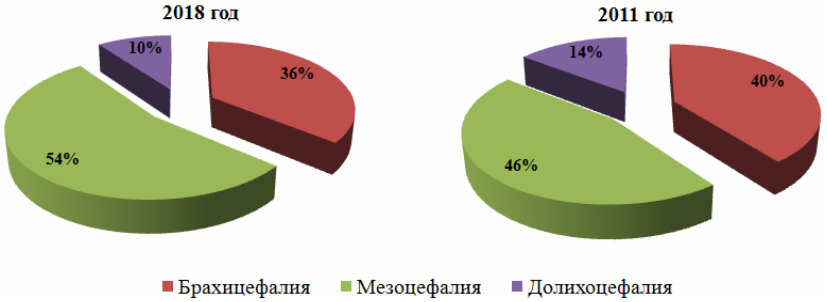


Рис. 7. Распределение девушек по величине головного индекса

При анализе результатов распределения исследуемых групп по верхнему лицевому индексу установлено, что как среди девушек (2018 г.), так и среди женщин (2011 г.) преобладающим типом лица является мезен (42 % и 38 % соответственно), лептен встречается с частотой, равной 38 % и 25 %, а эуриен – в 20 % и 37 % случаев соответственно (рис. 8).

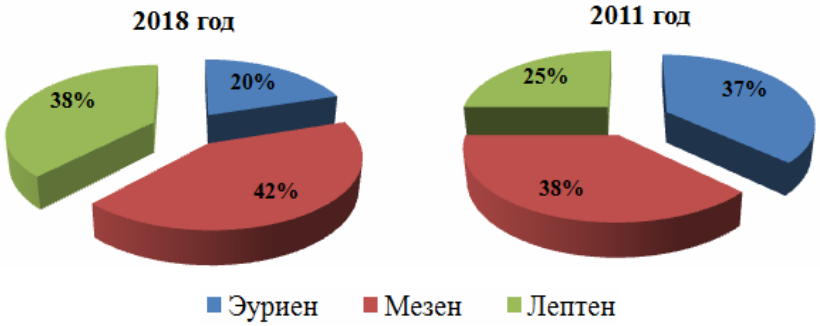


Рис. 8. Распределение девушек по верхнему лицевому индексу

Абсолютные соматометрические параметры современных пензенских девушек сравнивались с выборкой, исследованной в 2008 г. на кафедре «Анатомия человека». Исследование показало, что среднее значение длины тела у девушек, измеренных в 2018 г., составило 166,8±0,039, что на 2,9 % больше, чем длина тела у исследованных в 2008 г. (163,32±0,46 см). При этом вариабельность длины тела была невысокой (Cv = 3,17 % и 3,7 % для 2018 г. и 2008 г. соответственно).

Исследование показало, что средняя масса тела в выборке 2018 г. достоверно ($p < 0,05$) превышает таковую у девушек на 5,93 % и составляет 59,11±0,068 кг. Средняя масса тела в группе 2008 г. составляла 55,60±0,57 кг. Вариабельность массы тела в 2018 г. отличалась бóльшими значениями коэффициента вариации (Cv = 19,12 %) в сравнении с 2008 г. (Cv = 13,8 %) (табл. 4).

Таблица 4

Антропометрические данные девушек

Параметры	Вариационно-статистические показатели				p
	$M±m$, см 2018	Cv 2018	$M±m$, см 2008	Cv 2008	
Длина тела (см)	166,8±0,039	3,19	163,32±0,46	3,7	$p < 0,05$
Масса тела (кг)	59,11±0,068	19,12	55,60±0,57	13,8	$p < 0,05$
Ширина плеч (см)	35,30±0,012	4,72	34,37±0,18	7,0	$p > 0,05$
Длина руки (см)	73,68±0,007	4,14	75,22±0,013	7,0	$p > 0,05$
Длина ноги (см)	79,26±0,023	7,8	89,83±0,34	5,33	$p > 0,05$
Окружность грудной клетки (см)	78,09±0,044	9,49	81,97±0,46	7,5	$p > 0,05$
Ширина таза (см)	27,87±0,012	9,49	27,79±0,02	8,46	$p < 0,05$
Обхват талии (см)	70,48±0,052	12,02	69,03±0,50	9,1	$p > 0,05$

Средние значения основных тотальных размеров туловища, полученные в 2018 г., также достоверно превышали таковые в 2008 г. ($p < 0,05$) (см. табл. 4). При этом ширина плеч была больше на 2,63 %, ширина таза – на 0,3 %, длина руки – на 2,05 %, длина ноги – на 11,7 %, окружность грудной клетки – на 4,73 %, обхват талии – на 2,05 %.

Наибольшая вариабельность в обеих группах была характерна для обхвата талии с большей выраженностью у исследованных в 2018 г. (Cv = 12,02 %), чем в 2008 г. (Cv = 9,1 %). Причем вариабельность ширины плеч (Cv = 7,0 %), длины руки (Cv = 7,0 %) была выше у девушек, исследованных в 2008 г., чем у девушек, измеренных в 2018 г. (Cv = 4,72 % и

4,14 % соответственно). Вариабельность длины ноги и окружности грудной клетки немногим более выражена в 2018 г. (Cv = 7,8 % и 9,49 % против 5,33 % и 7,5 % соответственно) (см. табл. 4).

В результате расчетов индексов пропорциональности, разница между исследуемыми девушками и в 2018 г. и 2008 г. выглядит следующим образом.

По результатам вычисления индекса Эрисмана (индекс пропорциональности развития грудной клетки) в обеих группах преобладают девушки с узкой грудной клеткой (в группе 2018 г. – 80 %, в группе 2008 г. – 66 %), что свидетельствует о грацилизации современной молодежи. Пропорциональная грудная клетка в первой группе составляет 12 % против 14 % во второй группе. Достаточно редко у исследуемых наблюдалась широкая грудная клетка (в 8 % и в 20 % случаев соответственно) (рис. 9).

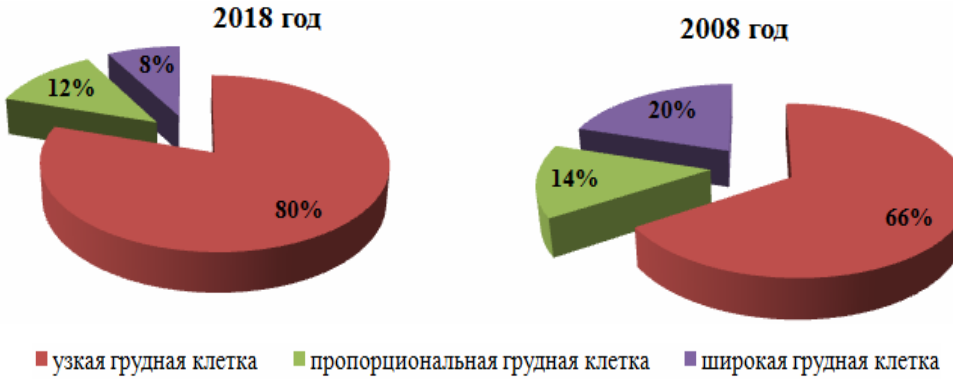


Рис. 9. Распределение девушек по индексу Эрисмана

Индекс Таннера (или индекс полового диморфизма) позволяет оценить соответствие пропорций тела человека его полу. В целом распределение исследуемых по индексу Таннера говорит о соответствии своему полу (в группе 2018 г. – 90 %, а в группе 2008 г. – 87,1 %). При этом тенденция к маскулинизации выражена заметнее у исследованных девушек в группе 2018 г. – 10 % против 11,17 % в группе 2008 г. (рис. 10). Андроморфия не зафиксирована только во второй группе.

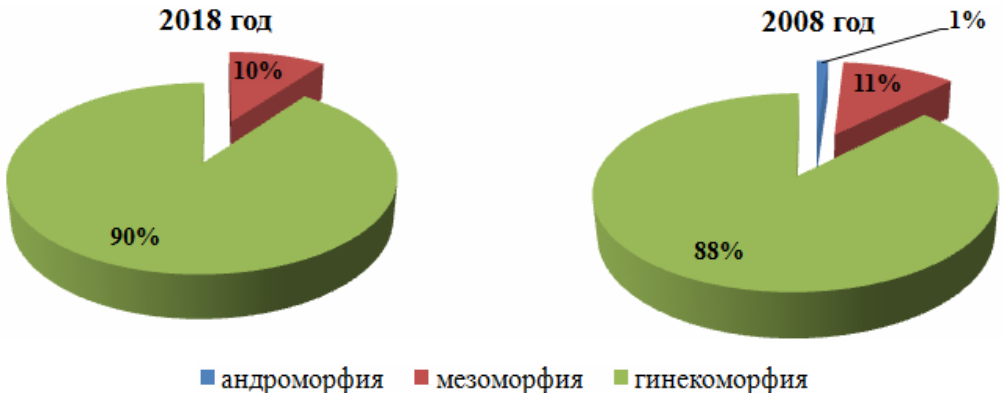


Рис. 10. Распределение девушек по индексу Таннера

По величине индекса Кетле-II в обеих группах преобладают девушки с нормальной массой тела (в первой группе – 64 %, во второй группе – 79 %). Среди девушек, исследованных в 2018 г., постоянно проживающих в городе, отмечается в 22 % случаев хроническая энергетическая недостаточность, в 12 % случаев – лишний вес и в 2 % случаев – ожирение. У девушек, исследованных в 2008 г., хроническая энергетическая

недостаточность встречается реже (в 17,32 % случаев), лишний вес встречается в 4 раза реже (3,35 %), а ожирение наблюдается в 1 % случаев (рис. 11).

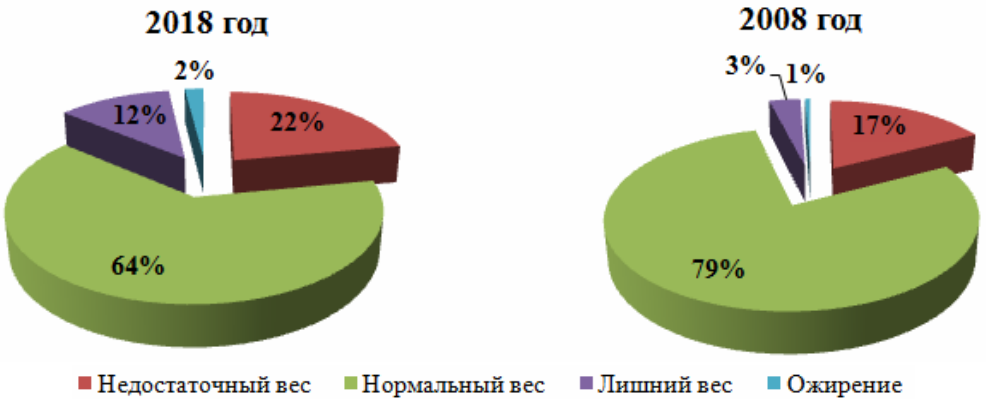


Рис. 11. Распределение девушек по индексу Кетле-II

По результатам оценки индекса Пинье по схеме Черноруцкого у девушек первой группы астенический тип телосложения встречается чаще, чем у девушек второй группы, и составляет 60 % и 37 % соответственно. Обращает на себя внимание преобладание частоты встречаемости атлетического типа телосложения среди ранее исследованных девушек на 47,1 % (в выборке 2018 г. – 28 %, в выборке 2008 г. – 53 % случаев). Пикнический тип в обеих группах имеет практически равные значения и встречается в 12 % и 10 % случаев соответственно (рис. 12).

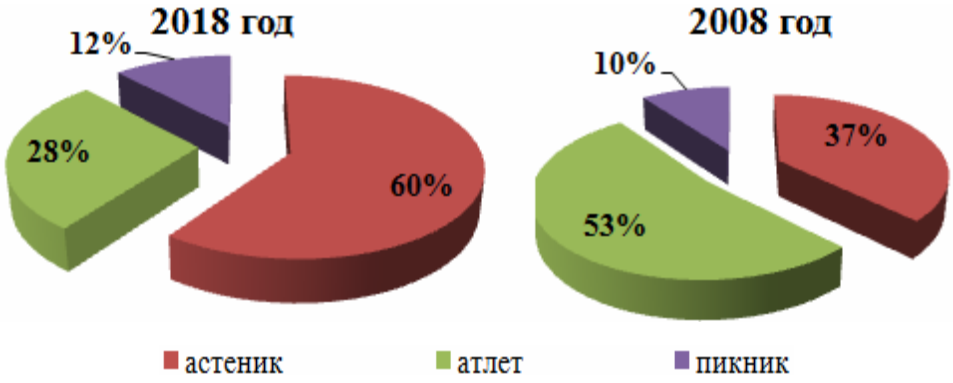


Рис. 12. Распределение девушек по индексу Пинье

В исследуемых группах мезоцефалическая форма черепа по-прежнему остается преобладающей (54 % в 2018 г. и 45,7 % – в 2011 г.), что считается нормальным, наблюдается уменьшение на 3,7 % брахицефалической формы черепа и на 4,6 % долихоцефалической формы черепа.

Преобладающим типом лица при распределении исследуемых девушек по верхнему лицевому индексу является мезен (+5 %). Обращает внимание увеличение у современных девушек лептопрозопического типа лица (+12 %) и уменьшение эуриопрозопического на 17 % по сравнению с 2011 г.

При сравнении показателей 2018 г. с данными 2008 г. прослеживается общая тенденция астенизации: процентное соотношение исследуемых девушек с узкой грудной клеткой увеличилось на 17,5 %, на 60 % уменьшилось количество девушек с широким типом грудной клетки.

Увеличилось и число девушек с гинекоморфным типом телосложения на 2 %, процент девушек с андроморфным типом телосложения утратил свою значимость.

Количество девушек с нормальной массой тела уменьшилось на 15 %, но девушки с данным параметром по-прежнему преобладают (64 % и 79 % случаев).

По сравнению с выборкой 2008 г. количество современных девушек с астеническим типом телосложения значительно увеличилось (+23 %). Регулярные занятия спортом способствовали астенизации, нормализации веса в обеих группах вне зависимости от территориальной принадлежности.

Выводы

Несмотря на то, что каждый человек индивидуален, по-прежнему преобладает мезоцефалический вариант строения черепа у юношей (39,4 % в 2018 г. и 50 % – в 2011 г.) и у девушек (54 % в 2018 г. и 45,7 % – в 2011 г.), что считается нормальным. Обращает внимание уменьшение на 10,5 % у юношей и на 3,7 % у девушек брахицефалической формы черепа и увеличение на 21,3 % у юношей и на 4,6 % у девушек долихоцефалической формы черепа.

Преобладающим типом лица при распределении исследуемых юношей и девушек по верхнему лицевому индексу является мезен (+11,4 % у юношей, +5 % у девушек). Частота наблюдения эурипрозопического типа лица у юношей отличается незначительно (–2,5 % по сравнению с 2011 г.). Обращаем внимание на увеличение у современных девушек лептопрозопического типа лица (+12 %) и уменьшение эурипрозопического на 17 % по сравнению с 2011 г.

При сравнении показателей 2018 г. с данными 2008 г. прослеживается общая тенденция астенизации: процентное соотношение исследуемых юношей с узкой грудной клеткой увеличилось на 38,54 %, количество девушек с узкой грудной клеткой увеличилось на 17,5 %; на 33,08 % (юноши) и на 60 % (девушки) уменьшилось количество исследуемых с широким типом грудной клетки.

Увеличилось и число юношей с андроморфным типом телосложения – на 23,69 %, тогда как соотношение гинекоморфного типа телосложения уменьшилось на 14,54 %.

Увеличилось и число девушек с гинекоморфным типом телосложения на 2 %, процент девушек с андроморфным типом телосложения утратил свою значимость.

Количество юношей с нормальным весом отличается незначительно (+2 %), и по-прежнему юноши с нормальной массой тела преобладают (70 % и 68 % случаев).

Количество девушек с нормальной массой тела уменьшилось на 15 %, но девушки с данным параметром по-прежнему преобладают (64 % и 79 % случаев).

По сравнению с выборкой 2008 г. количество современных юношей и девушек с астеническим типом телосложения значительно увеличилось (+10,73 % – юноши, +23 % – девушки).

Результаты настоящего исследования требуют более углубленного изучения антропологических показателей современных юношей и девушек с целью установления причин изменений, происходящих в развитии человека (увеличение (уменьшение) размеров тела, грудной клетки и др.) (секулярный тренд).

Интересно будет сравнить антропометрические показатели и физическое развитие юношей и девушек по разным направлениям обучения в университете и ответить на вопрос: «Изменения антропологических показателей характерны для всех или прослеживается связь особенностей различных групп студентов (направлений обучения)?».

Библиографический список

1. Бунак, В. В. Антропометрия. Практический курс / В. В. Бунак. – М., 1941. – 368 с.

2. Галкина, Т. Н. Антропометрические и соматотипологические особенности лиц юношеского возраста в Пензенском регионе : дис. ... канд. мед. наук / Галкина Т. Н. – Пенза, 2008. – 164 с.

3. Галкина, Т. Н. Сравнительная характеристика распределения соматотипов в популяции юношей Пензенского региона / Т. Н. Галкина, Т. Г. Колдова // Материалы II Междунар. науч. конф. молодых ученых-медиков. – Курск, 2008. – Т. 3. – С. 148–149.

4. Дерябин, В. Е. Морфологическая типология телосложения детей и подростков, основанная на изменчивости антропометрических признаков / В. Е. Дерябин // Вопросы антропологии. – М., 2000. – Вып. 90. – С. 25–58.

5. Зюлькина, Л. А. Половой диморфизм одонтометрических характеристик у жителей Пензенского региона 21–36 лет в зависимости от параметров краниофациального комплекса : дис. ... канд. мед. наук / Зюлькина Л. А. – Волгоград, 2011. – 113 с.

6. Калмин, О. В. Антропометрические особенности женского и мужского населения Пензенского региона в возрасте 16–21 года / О. В. Калмин, Т. Н. Галкина // Актуальные вопросы современной морфологии и физиологии : сб. науч. тр., посвящ. 100-летию основания СПбГМА им. И. И. Мечникова. – СПб. : ДЕАН, 2007. – С. 227–231.

7. Калмин, О. В. Антропометрическая характеристика лиц юношеского возраста Пензенского региона / О. В. Калмин, Т. Н. Галкина // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Медицинские науки. – 2009. – № 1 (9). – С. 10–23.

8. Калмин, О. В. Сравнительная оценка уровня физического развития и типов телосложения жителей г. Пензы / О. В. Калмин, Т. Н. Галкина, Ю. М. Афонасова // Вестник Пензенского государственного университета. – 2013. – № 2. – С. 59–64.

9. Калмин, О. В. Характеристика телосложения и компонентного состава тела как показатель здоровья населения / О. В. Калмин, Т. Н. Галкина // Актуальные вопросы современного практического здравоохранения : сб. тр. XVIII межрегион. науч.-практ. конф. памяти академика Н. Н. Бурденко. – Пенза, 2012. – С. 97–98.

10. Мишкова, Т. А. Морфофункциональные особенности и адаптационные возможности современной студенческой молодежи в связи с оценкой физического развития : автореф. дис. ... канд. мед. наук : 03.03.02 / Мишкова Т. А. – М., 2010. – 24 с.

11. Негашева, М. А. Морфологическая конституция человека в юношеском периоде онтогенеза: интегральные аспекты : автореф. дис. ... д-ра биол. наук : 03.00.14 / Негашева М. А. – М., 2008. – 48 с.

12. Негашева, М. А. Основы антропометрии : учеб. пособие / М. А. Негашева. – М. : Эконформ, 2017. – 216 с.

13. Никитюк, Б. А. Новая техника соматотипирования / Б. А. Никитюк, А. И. Козлов // Новости спортивной и медицинской антропологии : науч.-информ. сб. – М. : Спортинформ, 1990. – Вып. 3. – С. 121–141.

14. Никитюк, Б. А. Морфология человека / Б. А. Никитюк, В. П. Чтецов. – М. : Изд-во МГУ, 1983. – 320 с.

15. Чтецов, В. П. Соматические типы и состав тела у мужчин и женщин : автореф. дис. ... д-ра биол. наук / Чтецов В. П. – М. : Изд-во МГУ, 1978. – 40 с.

Галкина Татьяна Нестеровна, кандидат медицинских наук, доцент, кафедра «Анатомия человека», Пензенский государственный университет.
E-mail: galkinatn@gmail.com

Морозов *Илья Александрович*, студент, Пензенский государственный университет.
E-mail: penza.morozov@yandex.ru

Белоклокова *Ирина Геннадьевна*, студентка, Пензенский государственный университет.
E-mail: beloklokova97@inbox.ru

УДК 314.144
Галкина, Т. Н.
Антропометрическое исследование студентов Пензенского государственного университета / Т. Н. Галкина, И. А. Морозов, И. Г. Белоклокова // Вестник Пензенского государственного университета. – 2018. – № 3 (23). – С. 23–33.

УДК 612.178.4

А. В. Демидов, Н. Л. Ильина, А. О. Мохова

ОЦЕНКА ИНДЕКСА ВЕГЕТАТИВНОГО РАВНОВЕСИЯ У ИСПЫТУЕМЫХ В ВОЗРАСТЕ 18–20 ЛЕТ

Аннотация. Проведено измерение электрокардиограммы и индекса вегетативного равновесия у 8 человек в возрасте 18–20 лет с помощью компьютерной скрининг-диагностики «Омега-С» фирмы «Динамика». Высота зубца R и частота сердечных сокращений сравнивались с одним из показателей вариабельности сердечного ритма – индексом вегетативного равновесия.

Ключевые слова: вариабельность сердечного ритма, индекс вегетативного равновесия, показатели Баевского, нормальная физиология.

Сердце как центральный орган сердечно-сосудистой системы откликается на различные, даже незначительные, изменения в организме. Длительное исследование работы сердца у конкретного человека позволяет обнаружить и идентифицировать эти отклонения. Нередко болезненное состояние организма, на которое жалуется пациент, может сопровождаться вполне удовлетворительным состоянием регуляторных систем. В то же самое время физически крепкий, по формальным показателям здоровый и хорошо себя чувствующий человек может иметь проблемы с качеством регуляторных систем своего организма. Именно неспособность такого организма к быстрой адаптации в случае заболевания часто приводит к серьезным и даже трагическим последствиям. По статистике Всемирной организации здравоохранения в 2015 г. от сердечно-сосудистых заболеваний умерло 17,7 млн человек, что составило 31 % всех случаев смерти в мире. В настоящее время существуют методы, позволяющие оценить влияние регуляторных систем организма на работу сердца и с необходимой точностью утверждать о степени влияния на сердце тех или иных систем организма. Таким методом является анализ вариабельности сердечного ритма, один из основоположников которого – отечественный исследователь Р. М. Баевский. Данный метод исПользуется при изучении вегетативных влияний на сердце и фигурирует во многих работах по нормальной физиологии, например, в исследовании особенностей параметров оценки биологического возраста с помощью скрининг-диагностики «Омега-М» у лиц, осваивающих методы активного обучения [1], адаптивно-компенсаторной вариабельности ритма у студентов [2], вариабельности сердечного ритма у студентов с разной двигательной активностью [3]. Однако в практической медицине широкого распространения этот метод не получил.

Методика

В работе была использована современная компьютерная скрининг-диагностика «Омега-М» фирмы «Динамика» (г. Санкт-Петербург), позволяющая быстро и достоверно провести диагностику и оценить различные параметры работы организма.

Эта технология позволяет проводить масштабные исследования в различных группах людей, в том числе занимающихся оздоровительными технологиями, и объективно выявить эффективность этих занятий для улучшения состояния функциональных систем организма.

Для получения всей необходимой информации достаточно регистрации ЭКГ в любом стандартном отведении в течение 5 мин. Пациент может находиться в положении сидя или лежа.

В качестве параметров оценки состояния сердечно-сосудистой системы и для оценки влияния на нее вегетативной нервной системы были выбраны такие параметры, как: частота сердечных сокращений (ЧСС), средняя высота зубца R и индекс вегетативного равновесия (ИВР). Индекс вегетативного равновесия показывает соотношение влияния на сердечно-сосудистую систему симпатической и парасимпатической систем [4].

В исследовании приняли участие 8 добровольцев (6 девушек и 2 юноши, средний возраст 19 лет). У испытуемых была снята кардиограмма в третьем стандартном отведении с помощью компьютерной скрининг-диагностики «Омега-М». Полученные данные представлены в табл. 1.

Таблица 1

Результаты скрининг-диагностики «Омега-М»

ФИО	ЧСС, уд./мин	ИВР, у.е.	R, мВ
1	72	76,5	0,2
2	90	66,8	0,4
3	93	70,5	0,5
4	105	469,1	0,3
5	88	97,7	0,4
6	71	75,5	0,6
7	88	101,2	1,1
8	82	69,8	0,8

Результаты исследования

Как видно из таблицы, у испытуемых 2–5 и у испытуемых 7, 8 наблюдается незначительное повышение пульса (норма для >18 лет составляет 60–80 уд./мин), что может указывать как на легкое волнение, которое является нормальным физиологическим состоянием, так и на излишнее влияние на сердце симпатической нервной системы. Анализ высоты зубца R позволяет с большой степенью точности исключить патологическое влияние симпатической нервной системы (высота зубца R в норме у людей >18 лет <1,5 мВ). Однако высокий ИВР у испытуемых 4, 5, 7 (в норме ИВР составляет 56,74–93,26 у.е.) говорит о том, что есть нарушение работы со стороны вегетативной нервной системы [5]. Показатели Баевского, в частности ИВР, основываются на статистическом анализе большого количества кардиоциклов (в случае скрининг-системы «Омега-М» используется 300 кардиоциклов), в то время как при классическом анализе электрокардиограммы используются такие показатели, как ЧСС, направление зубцов и количественные характеристики одного или нескольких кардиоциклов (ширина QRS комплекса, высота зубцов Q и R и т.д.), что в случае испытуемых 4, 5, 7 оказалось неинформативным.

Заключение

Полученные в рамках настоящего исследования результаты указывают на то, что стандартный анализ электрокардиограммы не всегда позволяет с необходимой точностью оценить работу сердца и влияние на него регуляторных систем, и в частности вегетативной нервной системы, которая рассматривалась в данном исследовании. Классические показатели, такие, как частота сердечных сокращений, лишь опосредованно указывают на те или иные воздействия в отношении сердца. Показатели Баевского, в данном случае индекс вегетативного равновесия, позволяют более точно охарактеризовать как саму электрокардиограмму, так и причины возникновения тех или иных отклонений в ней.

Библиографический список

1. Ильина, Н. Л. Особенности параметров оценки биологического возраста с помощью скрининг-диагностики «Омега-С» у лиц, осваивающих методы активного обучения / Н. Л. Ильина, С. В. Тарасов, О. А. Белова, Д. Б. Казанцева // Международный научно-исследовательский журнал. – 2017. – № 1. – С. 125–128.

2. Адаптивно-компенсаторная вариабельность ритма у студентов / С. И. Астахов, А. В. Ненашева, А. А. Астахов, Н. В. Столярова, А. Н. Рагозин // Человек. Спорт. Медицина. – 2014. – Т. 14, № 4. – С. 33–41.

3. Вариабельность сердечного ритма у студентов с разной двигательной активностью / Б. Л. Литвин, А. М. Цыгановский, С. Н. Сбитный, Л. Н. Забелина, Н. Г. Каленникова, Т. И. Станишевская // Ученые записки университета им. П. Ф. Лесгафта. – 2015. – № 7. – С. 123–129.

4. Баевский, Р. М. Анализ вариабельности сердечного ритма при использовании различных электрокардиографических систем (ч. I) / Р. М. Баевский, Г. Т. Иванов, Л. В. Чурейкин // Вестник аритмологии. – 2002. – № 3. – С. 65.

5. Рябыкина, Т. В. Вариабельность ритма сердца / Т. В. Рябыкина, А. В. Соболев. – М. : Стар К°, 1998.

Демидов Андрей Владимирович, студент, Пензенский государственный университет.
E-mail: demidandrey@gmail.ru

Ильина Наталья Леонардовна, кандидат биологических наук, доцент, кафедра «Физиология человека», Пензенский государственный университет.
E-mail: ilinanl57@mail.ru

Мохова Анна Олеговна, студент, Пензенский государственный университет.
E-mail: anna2015m2015@yandex.ru

УДК 612.178.4

Демидов, А. В.

Оценка индекса вегетативного равновесия у испытуемых в возрасте 18–20 лет / А. В. Демидов, Н. Л. Ильина, А. О. Мохова // Вестник Пензенского государственного университета. – 2018. – № 3 (23). – С. 34–36.

УДК 616.314

Д. А. Степанов, А. Н. Галкин, Е. И. Шпак, Е. А. Корецкая

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ОБСЛЕДОВАНИЯ И ДИАГНОСТИКИ ПОВЫШЕННОЙ СТИРАЕМОСТИ ЗУБОВ

Аннотация. Посвящено анализу литературы, касающейся вопроса диагностики повышенной стираемости зубов. Отражены современные методики выявления патологической стираемости твердых тканей, представлены основные изменения, происходящие при интенсивной убыли эмали и дентина и служащие диагностическими критериями.

Ключевые слова: методы диагностики, повышенная стираемость зубов, атомно-силовая микроскопия, электронное микрозондирование, масс-спектрометрия, конусно-лучевая компьютерная томография, гнатодинамометрия.

Введение

Потеря твердых тканей зуба, являющаяся следствием их стирания, рассматривается как естественный процесс, начинающийся после прорезывания зубов и происходящий в течение всей жизни человека. Скорость данных изменений зубов обусловлена множеством факторов: состояние эмали и дентина, вид окклюзии зубов, характер питания и т.д. Кроме физиологического стирания, выделяют патологическую стираемость зубов, для которой характерна быстрая потеря эмали и дентина. Существуют следующие причины развития повышенного стирания зубов: морфофункциональная неполноценность твердых тканей, перегруженность зубов, агрессивное воздействие химических агентов и др. Имеются сведения о том, что данный вид деструкций твердых тканей в большей степени выражен у мужчин, чем у женщин. Ряд авторов не связывают данное заболевание зубочелюстной системы с половой принадлежностью [1].

В настоящее время наблюдается рост числа лиц, у которых диагностируется патологическая стираемость зубов. У коренных жителей Пензенской области доля данной патологии зубочелюстной системы составляет 7,1 %. Пензенская область – индустриально-промышленный и сельскохозяйственный регион. Отмечается значительное влияние производственных факторов на стирание эмали и дентина у работников машиностроительной и лесоперерабатывающей отраслей [2, 3].

Часто как молодыми, так и опытными специалистами допускаются ошибки на этапах диагностики, планирования и проведения предварительной подготовки и лечения у пациентов с повышенной стираемостью зубов.

В связи с этим встал вопрос о повышении эффективности диагностических мероприятий с целью раннего выявления патологической стираемости и предупреждения возникновения серьезных осложнений со стороны височно-нижнечелюстного сустава, которые не только проявляются в виде дисфункции, болей в суставе, но и могут сопровождаться иррадиацией боли в различные области головы и шеи, снижением слуха [4].

Методы обследования и диагностики

Обследование стоматологического больного всегда складывается из основных и дополнительных метод. На сегодняшний день, подходя к вопросу диагностики повышенной стираемости зубов, многие исследователи пополняют арсенал врача-стоматолога за счет дополнительных методов обследования. Работы в основном ведутся в направлении лабораторных исследований, исследования морфологии поверхности твердых

тканей зубов (атомно-силовая микроскопия) и количественного состава твердых тканей зубов (электронное микрозондирование, масс-спектрометрия), конусно-лучевой компьютерной томографии (КЛКТ), анализа функционального состояния жевательного аппарата (гнатодинамометрия).

Достаточно информативным, экспериментально обоснованным представляется анализ изменений аминокислотного состава крови. Диагностическим критерием является низкое содержание в крови аминокислот, составляющих основу органической части костной ткани, твердых тканей зуба. Согласно молекулярно-функциональной модели человека, фибриллярный белок эмали – основа, на которую закрепляется Са+2-связывающий белок. Последний образует трехмерную структуру матрицы, которая прикрепляется к основе фибриллярного белка эмали с помощью Са+2 и влияет на процесс минерализации. Из этого следует, что сохранение белковой матрицы обеспечивает обратимость деминерализации и возможность реминерализации. Органическое вещество твердых тканей зуба включает в себя набор аминокислот. При повышенной стираемости в крови отмечается уменьшение концентрации аминокислот на 13 % и больше, но наблюдается наиболее явное уменьшение содержания пролина на 42 % и выше [5].

Для исследования морфологии и состава твердых тканей зубов необходимо подготовить поверхности сечений зубов, используя низкоскоростную бормашину и сепарационный диск.

Атомно-силовая микроскопия – метод сканирующей зондовой микроскопии, с помощью которого получают трехмерное изображение рельефа объекта с высоким разрешением. В основе метода лежит регистрация молекулярных (Ван-дер-Ваальсовых) сил, действующих между кончиком зонда и исследуемой поверхностью образца. При исследовании микроструктуры данным методом выявлены существенные различия топологии и рельефа поверхности интактных зубов и зубов с выраженной убылью твердых тканей. На ранних стадиях стираемости отмечается отсутствие четких контуров эмалевых призм, сглаженный рельеф поверхности, увеличенные микропространства. В дентине наблюдается уменьшение диаметра и количества трубочек, уплощение рельефа, облитерация просвета канальцев [6, 7].

Электронно-зондовой микроанализ – высокоточный, локальный метод количественного анализа элементного состава тканей зуба. Дентин в зоне убыли гиперминерализованный (уровень Са увеличен на 19,5 %, Р — на 17,3 %). По результатам электронного микрозондирования в твердых тканях зубов с патологической стираемостью резко уменьшено содержание F (на 52,9 %) [8].

Масс-спектрометрия – физический метод, основанный на превращении нейтральных молекул вещества, подвергаемого анализу, в ионы с последующим их распределением по величине отношения массы к заряду и детекцией. Эмаль зубов с патологической стираемостью характеризуется низким содержанием основных микроэлементов, но состав поверхностных слоев эмали зубов с интенсивной потерей тканей характеризуется высоким содержанием Zn, Sr, РЬ. При масс-спектрометрии дентина здоровых зубов не найдено существенных отличий от дентина зубов с данной деструкцией твердых тканей [9, 10].

В последнее время в различных областях стоматологии все более активно применяется КЛКТ, а в диагностике ряда патологических процессов она включена в стандартное комплексное обследование. Возможности КЛКТ позволили установить, что на всех уровнях у корней зубов с патологической стираемостью имеется изменение пространства периодонтальной связки различной степени. Преимущественно расширение отмечается в пришеечной части, а также на уровне апикальной трети корня.

Установленное изменение напрямую зависело от степени функциональной перегрузки. На уровне средней трети корня обнаруживалось сужение периодонтальной щели [11].

Гнатодинамометрия – метод, предусматривающий измерение с помощью специального аппарата силы жевательной мускулатуры и выносливости тканей пародонта к восприятию давления при сжатии челюстей. Показатели данного метода в зависимости от половых, возрастных и индивидуальных особенностей находятся в диапазоне 15–35 кг в области центральной группы зубов и 45—75 кг в области боковой группы. Установлено, что при развитии патологий зубочелюстной системы усилие сжатия в 2 раза уменьшается по сравнению с нормой. При проведении гнатодинамометрии у пациентов, у которых диагностирована генерализованная повышенная стираемость зубов, в области фронтальной группы зубов показатели равны 13 кг, а в области боковых – 40 кг [12].

Заключение

При интенсивной убыли твердых тканей зуба происходят изменения морфологии и количественного состава твердых тканей зубов, периодонтальной щели, снижение показателей гнатодинамометрии. Результаты исследований данного патологического состояния позволяют выявить закономерности процессов, происходящих на микроуровне. Рассмотренные методы исследований следует учитывать и включать в общий комплекс дополнительных методов обследования при проведении диагностики повышенной стираемости зубов.

Библиографический список

1. Казеко, Л. А. Повышенное стирание зубов : учеб.-метод. пособие / Л. А. Казеко, О. А. Круглик. – Минск : БГМУ, 2009. – 48 с.

2. Емелина, Г. В. Распространенность некариозной патологии зубов у жителей Пензенского региона в зависимости от влияния производственных факторов / Г. В. Емелина, Н. К. Кузнецова, Т. В. Герасимова, М. Н. Суворова // Труды Международного симпозиума Надежность и качество. – 2015. – Т. 2. – URL: https://www.cyberleninka.ru (дата обращения: 10.09.2018).

3. Кузнецова, Н. К. Совершенствование оказания терапевтической стоматологической помощи населению Среднего Поволжья в современных социально-экономических условиях (на примере г. Пензы и Пензенской области) : дис. … канд. мед. наук : 14.00.21 / Кузнецова Н. К. – М. , 2009. – 105 с.

4. Принципы ортопедического лечения патологической стираемости зубов : учеб.-метод. пособие / С. С. Наумович, А. Ю. Круглик, В. А. Шаранда, Ю. Н. Круглик, Ю. И. Коцюра. – Минск : БГМУ, 2009. – 32 с.

5. Пат. 2329508 Рос. Федерация, МПК G01N 33/68. Способ диагностики патологической стираемости твердых тканей зубов / Гайдарова Т. А., Еремина Н. А., Ищенко В. А. ; заявитель и патентообладатель Кемеровская гос. медицинская академия. – № 2004121631/14 ; заявл. 13.02.2007 ; опубл. 20.07.2008, Бюл. № 20. – 8 с.

6. Карпухин, С. Д. Атомно-силовая микроскопия : учеб. пособие / С. Д. Карпухин, Ю. А. Быков. – М. : МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2009. – 41 с.

7. Мандра, Ю. В. Современные представления о механизме развития ранней стадии повышенной стираемости зубов / Ю. В. Мандра, С. Л. Вотяков, Г. И. Ронь, Д. В. Киселева // Проблемы стоматологии. – 2011. – № 2. – URL: https://www.cyberleninka.ru (дата обращения: 12.09.2018).

8. Коротких, А. В. Разработка комплекса методов диагностики патологической стираемости эмали зубов : автореф. дис. … канд. мед. наук : 14.00.21 / Коротких А. В. – Воронеж, 2009. – 18 с.

9. Сорокин, В. И. Масс-спектрометрия / В. И. Сорокин, В. А. Озерянский. – М. : МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2009. – 39 с.

10. Ярова, С. П. Современные методы диагностики некариозных поражений твердых тканей зубов / С. П. Ярова, И. И. Заболотная, Е. С. Гензицкая // Український стоматологічний альманах. – 2009. – № 6. – URL: https://www.cyberleninka.ru (дата обращения: 12.09.2018).

11. Возможности конусно-лучевой компьютерной томографии в оценке изменений твердых тканей зубов и периодонта при патологической стираемости зубов / Е. Ю. Хомутова, Э. Ш. Григорович, Е. Н. Лукьянова, Я. С. Карагозян, Т. А. Бекк // REJR. – 2015. – Т. 5, № 4. – С. 7–12.

12. Лебеденко, И. Ю. Ортопедическая стоматология : учебник / И. Ю. Лебеденко, Э. С. Каливраджияна. – М. : ГЭОТАР-Медиа, 2011. – 640 с.

Степанов Дмитрий Алексеевич, студент, Пензенский государственный университет.
E-mail: stomsd@yandex.ru

Галкин Алексей Николаевич, студент, Пензенский государственный университет.
E-mail: lexa.galkin2012@gmail.com

Шпак Елена Игоревна, студентка, Пензенский государственный университет.
E-mail: DELFIN96@bk.ru

Корецкая Екатерина Александровна, старший преподаватель, кафедра «Стоматология», Пензенский государственный университет.
E-mail: kat3974@yandex.ru

УДК 616.314

Степанов, Д. А.

Современные методы обследования и диагностики повышенной стираемости зубов / Д. А. Степанов, А. Н. Галкин, Е. И. Шпак, Е. А. Корецкая // Вестник Пензенского государственного университета. – 2018. – № 3 (23). – С. 37–40.

УДК 572 ; 902

Д. С. Иконников, О. В. Калмин, О. А. Калмина

АНТРОПОЛОГИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ТЕЗИКОВСКОГО МОГИЛЬНИКА IV–V вв.

Аннотация. Характеризуются антропологические материалы Тезиковского могильника IV–V вв., оставленного древней мордвой. Эти материалы хранятся в антропологической лаборатории кафедры «Анатомия человека» Медицинского института ПГУ. Материалы немногочисленны и имеют крайне плохую сохранность. Они представлены фрагментами четырех черепов и зубами, принадлежавшими двум индивидам. Авторами статьи было проведено краниометрическое и одонтологическое исследование. Полученные данные пока недостаточны для того, чтобы охарактеризовать морфологические особенности тезиковской мордвы, но в перспективе они могут быть использованы в комплексе с материалами по другим ранним мордовским могильникам.

Ключевые слова: краниометрия, одонтология, Тезиковский могильник, древняя мордва.

Тезиковский древнемордовский могильник был открыт в 1957 г. в ходе строительных работ. М. Р. Полесских проводил на данном памятнике археологические работы в 1958 г. и 1963 г. В ходе раскопок было вскрыто 55 погребений [1, с. 98]. Сам памятник датируется IV–V вв. и относится к селикса-трофимовскому этапу истории древней мордвы [2, с. 34]. Большой научный интерес к памятнику связан с тем, что Тезиковский могильник является одним из наиболее ранних мордовских могильников. Его материалы могут в известной мере пролить свет на происхождение мордовского народа.

В антропологической лаборатории кафедры «Анатомия человека» Медицинского института ПГУ хранятся материалы из четырех погребений Тезиковского могильника (№ 5, 27, 37, 42). В данной работе будет предпринята попытка охарактеризовать все имеющиеся в нашем распоряжении данные.

Материалы и методы

Во всех случаях сохранность антропологических материалов сравнительно плохая. Все черепа характеризуются сильными посмертными повреждениями, в том числе имеются участки посмертного осыпания поверхностного слоя. Далее приводится описание степени сохранности антропологических материалов.

Погребение № 5 (инв. № Тм-4): сохранны эмалевые чехлы коронок постоянных зубов нижней челюсти – правые P2 и M1-2, левые P1-2 и M1-2.

Погребение № 27: сохранны фрагменты по меньшей мере двух черепов.

Череп № 1 (инв. № Тм-1, рис. 1): сохранна значительная часть свода черепа. Основание преимущественно разрушено. У лобной кости утрачены глазничные и носовая части. Только справа сохранился незначительный участок надглазничного края. Разрушены оба скуловых отростка лобной кости. Справа и слева видны заметные повреждения латеральных участков чешуи. Справа прослеживается участок разрушения треугольной формы, слева – два сравнительно больших участка разрушения неправильно-прямоугольной формы выше и ниже височной линии. Теменные кости восстановлены из множественных осколков. В области правого теменного бугра прослеживается сквозное отверстие неправильной формы. Слева разрушен чешуйчатый край и смежная с ним часть теменной кости. От затылочной кости сохранилась чешуя с заметными разрушениями в области большого затылочного отверстия. От правой височной кости

сохранились пирамида, сосцевидный отросток и участок кости с наружным слуховым проходом и задней половиной суставной ямки.

Рис. 1. Череп из погребения № 27 (инв. № Тм-1)

Кроме того, имеются несопоставляющиеся с основной частью черепа фрагменты мозгового отдела (в частности, пирамида левой височной кости), принадлежавшие тому же индивиду.

Череп имеет коричневый цвет с устойчивым песочно-желтым оттенком на наружной поверхности свода. В средней части затылочной чешуи, на наружной поверхности имеется крупное оливково-зеленое пятно. На изломе и участках осыпания кость имеет грязный сероватый цвет.

Фрагменты черепов представлены двумя несопоставляющимися осколками свода черепа. Первый фрагмент (общие размеры 7×6 см) – лобный угол левой теменной кости с хорошо прослеживающимися венечным и сагиттальным швами без следов зарастания. К сагиттальному шву примыкает небольшой участок правой теменной кости, имеющий вид узкой полоски шириной менее 1 см. Поверхность кости сильно осыпана. На сохранившихся поверхностных участках кость имеет светло-коричневый цвет, в местах осыпания и на изломе – грязно-белый. Судя по сохранности швов и грацильности строения, фрагмент черепа, с большой долей вероятности, принадлежал индивиду детского или подросткового возраста.

Второй фрагмент представлен частью правой теменной кости с посмертно утраченной верхнемедиальной половиной. Разрушен также клиновидный угол кости. Сохранны чешуйчатый край, поверхность теменно-сосцевидного шва и нижняя четверть ламбдовидного шва. Прослеживается значительная скарификация компактного слоя кости. Наружная поверхность кости имеет желтовато-коричневый цвет, внутренняя – коричневый. Изломы и участки осыпания окрашены в грязно-серый цвет. Вероятно, два фрагмента черепа принадлежали разным индивидам.

Погребение № 37 (инв. № Тм-2, рис. 2): антропологические материалы представлены фрагментом свода черепа, фрагментом лицевого скелета и фрагментом нижней челюсти.

Рис. 2. Череп из погребения № 37 (инв. № Тм-2)

Фрагмент свода черепа представлен лобной костью и правой и левой теменными костями. У лобной кости посмертно разрушены задние две трети обеих глазничных частей и участок кости, примыкающий к решетчатой вырезке. При этом сохранились носовая ость и участок носовой части кости, к которому были прикреплены посмертно утраченные носовые кости. У правой теменной кости посмертно разрушены затылочный край, задняя половина чешуйчатого края и смежные участки кости, поврежден теменной бугор. У левой теменной кости посмертно утрачены затылочный и чешуйчатый края и смежные с ними участки кости. Наружная поверхность фрагмента свода сильно скарифицирована. Цвет на участках с сохранившимся поверхностным слоем снаружи – золотисто-коричневый, внутри – коричневый. На изломе и участках осыпания цвет кости грязно-белый.

Фрагмент лицевого скелета представлен правой скуловой костью с посмертно разрушенным височным отростком и частью правой верхней челюсти с посмертно утраченным лобным отростком. Тело и альвеолярный отросток верхней челюсти имеют периферийные повреждения, частично разрушена задняя часть альвеолярного отростка, поврежден небный отросток, зияют верхнечелюстные пазухи. Поверхность кости сильно скарифицирована. Кость имеет коричневый цвет, в местах осыпания поверхности – грязно-белый.

Фрагмент нижней челюсти представлен небольшой частью тела кости, включающей средний и правомедиальный участки. На поверхности различаются подбородочный выступ и правое подбородочное отверстие. Разрушена верхняя треть тела кости. На поверхности кости прослеживаются участки посмертной скарификации. Кость имеет кофейно-коричневый цвет, на изломах и участках осыпания – грязный сероватый цвет.

Погребение № 42 (инв. № Тм-3, рис. 3): антропологические материалы представлены фрагментами черепа, фрагментом правой тазовой кости и отдельно лежащими зубами. Наиболее крупный фрагмент черепа представлял собой часть свода из части лобной кости и части примыкавшей к ней левой теменной кости. От лобной кости сохранилась левая половина лобной чешуи за исключением наиболее латерального участка. Сохранен также левый скуловой отросток и небольшая часть левой глазничной части в виде неровной полоски шириной около 1,5–2 см, примыкающей к надглазничному краю. От левой теменной кости сохранился небольшой участок общими размерами около 9×4 см, примыкающий к венечному шву. Прослеживается сильное осыпание поверхности. Кость имеет коричневый цвет с легким золотистым оттенком. На изломе и на скарифицированных участках – грязный беловато-серый цвет.

Рис. 3. Фрагменты черепа из погребения № 42 (инв. № Тм-3)

Другие фрагменты свода черепа представлены пятью отдельными частями костей мозгового отдела различных размеров (от 2,5×3 см до 4,5×9 см) с сильно скарифицированной поверхностью. Фрагменты преимущественно имеют коричнево-золотистый цвет, на участках осыпания и скарификации – грязный беловато-коричневый цвет.

Фрагмент правой скуловой кости представлен лобным отростком и прилегающей незначительной частью тела кости. Поверхность кости практически полностью скарифицирована. Цвет кости – грязный, сероватый.

Фрагмент верхней левой челюсти представлен частью альвеолярного отростка и частью небного отростка. Большая часть тела кости разрушена. Частично сохранился нижний край грушевидного отверстия. Повреждена переднемедиальная часть альвеолярного отростка. Частично разрушена задняя часть альвеолярного отростка, повреждены альвеолы третьего моляра. В альвеолах сохранились C, P1-2 и M1-2. Поверхность кости имеет коричнево-золотистый цвет, на изломах и в местах осыпания – грязный, сероватый.

Фрагмент нижней челюсти представлен частью левой половины тела. Передняя граница посмертных разрушений проходит по середине альвеолы латерального резца. Сзади сохранилось место перехода от тела к ветви. Нижняя часть тела повреждена: разрушена нижняя половина кости книзу от альвеол моляров. В альвеолах сохранились M1-3, сохранны альвеолы C и P1-2. Поверхность кости коричнево-золотистая, участки осыпания – грязные, сероватые.

Отдельно лежащие зубы представлены верхними правыми C, M1, P1-2 и нижним M2.

Фрагмент правой тазовой кости представлен частью тела подвздошной кости со следами сильных посмертных разрушений и поверхностной скарификацией. Частично сохранились суставная поверхность вертлужной впадины, небольшой участок дугообразной линии и верхний край седалищной вырезки. Поверхность кости коричневая, на изломах и участках осыпания – грязная, сероватая.

Исследование осуществлялось визуальными и метрическими методами. Черепа были исследованы в соответствии с общепринятой краниометрической методикой [3], зубная система – в соответствии с общепринятой в России одонтологической методикой [4–6].

Результаты и обсуждение

Краниологические материалы (табл. 1). Черепа из погребений № 37 и 42, с большой долей вероятности, принадлежали мужчинам.

Таблица 1

Краниометрические показатели материалов из Тезиковского могильника

27	42	37	№ погребения	27	42	37	№ погребения
Тм-1	Тм-3	Тм-2	Инв. №	Тм-1	Тм-3	Тм-2	Инв. №
	10,0		69 (3). Толщина тела нижн. челюсти	Жен.	Муж.	Муж.	Пол
овоид			Форма черепа сверху	Mat.	Ad.	Ad.	Возраст
II	III	III	Надпереносье	*185,0*			1. Продольный диаметр
1	2	2	Надбровные дуги	*136,0*			8. Поперечный диаметр
I-II			Сосцевидный отросток			96,0	9. Наименьшая ширина лба
	Инф.	Инф.	Нижний край грушевидного отверстия			113,0	10. Наибольшая ширина лба
73,5			8:1. Черепной указатель	103,0			12. Ширина затылка
79,1			28:27. Дуговой затылочно-теменной указатель		>109,0	109,0	29. Лобная хорда
		21,5	SubNb:29. Указатель выпуклости лба	122,0			30. Теменная хорда
		90,1	29:26. Указатель изгиба лба	97,0			31. Затылочная хорда
		103,7	10:29. Лобный широтно-продольный указатель			121,0	26. Лобная дуга
87,8			30:27. Указатель изгиба темени	*138,0*			27. Теменная дуга
65,9			30:1. Теменно-продольный указатель	110,0			28. Затылочная дуга
84,4			12:30. Теменной широтно-продольный указатель			23,4	SubNβ. Высота изгиба лба
88,2			31:28. Указатель изгиба темени	24,1			Высота изгиба затылка
52,4			31:1. Затылочно-продольный указатель			*63,0*	48. Верхняя высота лица
75,7			12:8. Затылочно-поперечный указатель			***42,0***	51. Максилло-фронтальная ширина орбиты
106,2			12:31. Затыл. широтно-продольн. указатель			***31,0***	52. Высота орбиты
		73,8	52:51. Орбитный максилло-фронтальный указатель			139,8	77. Назо-малярный угол
	34,5		69 (3):69 (1). Указатель толщины нижн. челюсти		*29,0*		69 (1). Высота тела нижн. челюсти

Примечание. *Курсивом* отмечены величины, определенные приблизительно, ***полужирным курсивом*** отмечены величины глазницы, определенные по правой стороне черепа приблизительно.

Череп из погребения № 37 принадлежал взрослому индивиду. Наиболее вероятная возрастная когорта – Maturus. Череп характеризуется наклонным лбом со среднеразвитым надпереносьем (III балла) и надбровными дугами (2 балла). С обеих сторон прослеживались надглазничные вырезки. При визуальном исследовании участка лобной кости в месте прикрепления носовых костей создается впечатление, что череп отличался сравнительно невысоким переносьем. Нижний край грушевидного отверстия характеризуется инфантильным строением.

Назо-малярный угол горизонтальной профилировки лица (77. Март.) средний на рубеже с малыми по общемировому масштабу величинами (139,8°). О пропорциях лицевого скелета судить сложно из-за сильных посмертных разрушений. У черепа определена верхняя высота (48. Март.), составившая 63,0 мм (очень малая величина). При рассмотрении черепа во фронтальной проекции складывается впечатление, что лицо индивида было широким и низким. Расстояние между наиболее латеральной сохранившейся точкой правой скуловой кости и сагиттальной плоскостью составляло более 56,0 мм, т.е. скуловой диаметр (45. Март.) превышал 112,0 мм. На наш взгляд, первоначально скуловой диаметр был больше этой величины не менее чем на 12–15 мм. Если это верно, то лицо могло иметь только эурипрозопические пропорции. Интересно, что характерный морфологический тип с относительно широким и низким лицом отмечен в материалах мордовских могильников пензенской группы. Эурипрозопическое строение лицевого скелета имеет место у мужских черепов из погребений № 32, 48 и женского черепа № 21 Ражкинского могильника [7], а также у женского черепа № 2 из материалов Голицынского могильника [8].

Максилло-фронтальная ширина (51. Март.) и высота орбиты (52. Март.) измерены только приблизительно, причем по правой глазнице. Ширина относится к средним по общемировому масштабу величинам (≈42,0 мм), высота (≈31,0 мм) – к очень малым. Орбита, очевидно, хамеконхная.

Сравнительно хорошая сохранность лобной кости позволила определить ее метрические характеристики. Череп характеризуется средней (96,0 мм) наименьшей шириной лба (9. Март.) и малой (113,0 мм) наибольшей шириной (10. Март.). Лобная хорда (29. Март.) и лобная дуга (26. Март.) малые (109,0 мм и 121,0 мм соответственно). Высота изгиба лба (Биом. SubNβ) малая на границе со средними (23,4 мм). При этом указатель выпуклости лба (Биом., Март. SubNβ:29.) и широтно-продольный указатель (10:29. Март.) средние (соответственно 21,5 и 103,7). Указатель изгиба лба (29:26. Март.) – большой (90,1).

Череп из погребения № 42 принадлежал взрослому, сравнительно молодому мужчине (возрастная когорта – Adultus). Череп характеризуется средним развитием надпереносья (III балла) и средним развитием надбровных дуг (2 балла). На левой стороне прослеживается надглазничная вырезка. Нижний край грушевидного отверстия, вероятнее всего, характеризовался инфантильным строением.

Лобная хорда черепа составляла более 109,0 мм и скорее всего была средней по общемировому масштабу. Приблизительно измерены высота (69 (1). Март.) и толщина (69 (3). Март.) тела нижней челюсти. Обе величины малые (соответственно 29,0 мм и 10,0 мм).

Череп из погребения № 27 принадлежал взрослой женщине. Наиболее вероятный возраст индивида на момент смерти – 40–50 лет (возрастная когорта Maturus).

Череп отличается большим (не менее 184,0 мм; вероятнее всего, около 185,0 мм) продольным диаметром мозгового отдела (1. Март.). Поперечный диаметр (8. Март.)

средний (около 136,0 мм). Для черепа характерна ярко выраженная долихокрания (около 73,5) и овоидная форма мозгового отдела.

Теменная часть черепа характеризуется очень большой величиной (соответственно 122,0 мм и 138,0 мм) теменной хорды (30. Март.) и теменной дуги (27. Март.). При этом теменной широтно-продольный указатель (12:30. Март.) очень мал (84,4). Затылочная хорда (31. Март.) большая на рубеже со средними (97,0 мм), затылочная дуга (27. Март.) средняя (110,0 мм). Ширина затылка (12. Март.) средняя на рубеже с малыми величинами (103,0 мм), что обусловливает малую величину (106,2) затылочного широтно-продольного указателя (12:31. Март.). Пропорции затылочной и особенно теменных костей находятся в тесной взаимосвязи с общей долихокранной формой черепа.

Долихокрания была типична для средневековой мордвы I тыс. н.э. В женской части серии Селиксенского могильника черепной указатель составлял 77,2, в мужской – 68,5 [9, табл. 70–71]. В материалах Ражкинского могильника в мужской части серии также преобладают долихокранные черепа (погребения № 32, 38, 60), в женской части серии ярко выраженная долихокрания зафиксирована у черепа взрослой женщины из погребения № 46. В Голицынском могильнике долихокранное строение прослеживалось у черепа № 3 [8, с. 48].

Одонтологические материалы (табл. 2) сохранились только у двух индивидов из погребений № 5, 42. Пол индивида из погребения № 5 не может быть определен, возраст, судя по состоянию зубной системы, не превышает 30–35 лет.

У индивида из погребения № 5 отмечена тенденция к моляризации P2 (балл 3). У индивида из погребения № 42 был отмечен бугорок Карабелли на M1 (2 балла). Это единственный признак, широко использующийся для расовой диагностики, отмеченный в серии. В целом для M1 характерно отсутствие редукции гипоконуса (4 балла по Дальбергу). При этом размеры гипоконуса приблизительно равны размерам метаконуса (hy=me). На M2 зафиксирована заметная редукция (3+). Редукция метаконуса на M1 на 2 балла, на M2 на 3 балла. На верхних молярах не прослеживается межкорневого затека эмали (баллы 2–3). Среди одонтоглифических признаков представляет интерес косой гребень на M1.

У обоих индивидов отмечены пятибугорковое строение M1 и четырехбугорковое строение M2. У M1 ширина тригонида меньше ширины талонида, у M2 ширина тригонида приблизительно равна ширине талонида.

Таблица 2

Одонтологические материалы Тезиковского могильника

42	5	№ погребения	
Тм-3	Тм-4	Инв. №	
муж.	неопр.	Пол	
Ad.	Ad.	Возраст	
0		лев.	Гиподонтия I^2
4		прав.	Форма M^1 по Дальбергу
4		лев.	
3+		лев.	Форма M^2 по Дальбергу
2		прав.	Бугорок Карабелли
2		лев.	
	1+	прав.	Форма P_1
	1+	лев.	
	3	прав.	Форма P_2
	3	лев.	
5	5	лев.	Число бугорков M_1
4	4	прав.	Число бугорков M_2
4	4	лев.	
4		лев.	Число бугорков M_3
Y	Y	лев.	Форма M_1
+	X	прав.	Форма M_2
+	Y	лев.	
X		лев.	Форма M_3
0	0	лев.	Дистальн. гребень тригонида
0	0	лев.	Коленч. складка метаконида
0	0	лев.	tami
3		лев.	Межкорн. затёк эмали M_1
3		прав.	Межкорн. затёк эмали M_2
3		лев.	
2		прав.	Межкорн. затёк эмали M_3
1		лев.	Число корней P^1
3		прав.	Число корней M^1
3		лев.	
0		прав.	Протоконулюс
0		лев.	
0		прав.	Метаконулюс
0		лев.	
0		прав.	Дистальн. маргинальн. бугорок
0		лев.	

Окончание табл. 2

42	5		№ погребения
Тм-3	Тм-4		Инв. №
o		прав.	Буккостиль
o		лев.	
o		прав.	Мезостиль
o		лев.	
o		лев.	Гиподонтия M^3
	o	прав.	Гиподонтия M_3
o	o	лев.	
o		прав.	Дробление hy M^1
o		лев.	
hy=me		прав.	Соотношение размеров hy и me
hy=me		лев.	
2		прав.	Соотношение размеров pa и me M^1
2		лев.	
3		лев.	Соотношение размеров pa и me M^2
II		прав.	M^1 1pa (eo)
+		прав.	Косой гребень M^1
+		лев.	
fc		лев.	M^2 2me
o		лев.	M^2 fa
fc	fc	прав.	M_1 2med
	o	лев.	M_1 T end
+	o	прав.	M_2 2'med
+	o	лев.	
o		прав.	M_2 Dend
o	o	лев.	
тр.<тал.	тр.<тал.	лев.	Тригонид и талонид M_1
тр.=тал.	тр.=тал.	прав.	Тригонид и талонид M_2
тр.=тал.	тр.=тал.	лев.	
	end<hyd	лев.	end и hyd M_1
end=hyd	end<hyd	прав.	end и hyd M_2
end=hyd	end=hyd	лев.	
o		лев.	Диастема C-P^1

Выводы

Малочисленность серии и плохая сохранность антропологических материалов не дает возможности судить о морфологических особенностях, составе и происхождении населения, оставившего Тезиковский могильник. В дальнейшем, используя антропологические материалы памятника в комплексе с материалами с других могильников пензенской серии I тыс. н.э., исследователи смогут достичь более определенных результатов в этом направлении. Однако уже на данном этапе исследовательской работы определенный интерес вызывают такие морфологические особенности, как эурипрозопическое строение лица у мужского черепа из погребения № 37 и ярко выраженная долихокрания у женского черепа из погребения № 27. Сравнительно небольшой назомалярный угол у черепа из погребения № 37 и бугорок Карабелли на М1 у черепа из погребения № 42 косвенно свидетельствуют о европеоидном облике тезиковской мордвы.

Библиографический список

1. Полесских, М. Р. Археологические памятники Пензенской области : путеводитель / М. Р. Полесских. – Пенза : Приволж. книжн. изд-во. Пенз. отд., 1970. – 158 с.

2. Полесских, М. Р. Древнее население Верхнего Посурья и Примокшанья : археологические очерки / М. Р. Полесских. – Пенза : Приволж. книжн. изд-во. Пенз. отд., 1977. – 86 с.

3. Алексеев, В. П. Краниометрия. Методика антропологических исследований / В. П. Алексеев, Г. Ф. Дебец. – М. : Наука, 1964. – 127 с.

4. Зубов, А. А. Одонтология. Методика антропологических исследований / А. А. Зубов. – М. : Наука, 1968. – 198 с.

5. Зубов, А. А. Этническая одонтология / А. А. Зубов. – М. : Наука, 1973. – 200 с.

6. Зубов, А. А. Методическое пособие по антропологическому анализу одонтологических материалов / А. А. Зубов. – М., 2006. – 70 с.

7. Иконников, Д. С. Восточный компонент в составе средневековой мордвы: по материалам Ражкинского могильника (предварительные данные) / Д. С. Иконников, О. В. Калмин, О. А. Калмина //Актуальные проблемы гуманитарных и общественных наук : сб. ст. II Междунар. практ. конф. – Пенза, 2015. – С. 36–45.

8. Иконников, Д. С. Краниологические материалы Голицынского могильника (предварительные данные) / Д. С. Иконников, О. В. Калмин, О. А. Калмина // Вестник Пензенского государственного университета. – 2017. – № 1. – С. 54–59.

9. Алексеева, Т. И. Этногенез восточных славян по данным антропологии / Т. И. Алексеева. – М. : Изд-во Моск. ун-та, 1973. – 329 с.

Иконников Дмитрий Сергеевич, кандидат исторических наук, заведующий антропологической лабораторией кафедры «Анатомия человека», Пензенский государственный университет.
E-mail: ikonnikof-ds@mail.ru

Калмин Олег Витальевич, доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой «Анатомия человека», Пензенский государственный университет.
E-mail: ovkalmin@gmail.com

Калмина Ольга Анатольевна, кандидат медицинских наук, доцент, кафедра «Анатомия человека», Пензенский государственный университет.
E-mail: okalmina@gmail.com

УДК 572 ; 902
Иконников, Д. С.
Антропологические материалы Тезиковского могильника IV–V вв. / Д. С. Иконников, О. В. Калмин, О. А. Калмина // Вестник Пензенского государственного университета. – 2018. – № 3 (23). – С. 41–50.

УДК 577.181

М. И. Шишкина, В. В. Гультяева

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОФИЛЯ ВЫСВОБОЖДЕНИЯ ДЕЙСТВУЮЩЕГО ПРЕПАРАТА ИЗ ЛЕКАРСТВЕННОГО ПОКРЫТИЯ

Аннотация. Приведены результаты исследования профилей высвобождения препарата из лекарственных покрытий, изготовленных из полимеров PLGA (65:35, 75:25, 85:15) invitro.

Ключевые слова: полимерные системы, ванкомицин, PLGA, антибактериальное покрытие, инфицирование протезов.

Введение

Одной из основных проблем использования протезов в медицинской практике является возникновение инфекционных осложнений на поздних сроках после операций. Причиной являются микроорганизмы, которые из прилегающих тканей проникают в синтетический материал. Поэтому в послеоперационный период пациентам назначают курсы антибиотиков, однако в ряде случаев подобный подход оказывается неэффективным. В связи с этим актуальной является разработка покрытий для адресной пролонгированной доставки необходимой дозы антибактериального вещества, которое предотвращает развитие инфекций.

Полимерные системы позволяют дозированно вводить лекарственный препарат и варьировать время его высвобождения. Иногда полимер выступает в роли матрицы – носителя вещества. Полимерные системы адресной доставки используются в основном для контроля над тем, с какой скоростью и в каком месте доставляются лекарства [1]. Принцип работы систем доставки с контролируемым высвобождением лекарств заключается в управлении кинетическими свойствами путем регулирования свойств полимерной системы. Широкое применение нашли сополимеры молочной и гликолевой кислот (PLGA), обладающие низкой токсичностью, высокой биологической совместимостью и не вызывающие иммунологической реакции при контакте с живыми организмами [2].

Целью настоящего исследования является изучение профиля высвобождения лекарственного препарата для оценки эффективности покрытия.

Материалы и методы исследования

Для проведения исследования на поверхность фрагментов из полиэфирной ткани размером 10×10 мм наносили комбинацию биоразлагаемого полимера (PLGA 65:35, PLGA 75:25, PLGA 85:15) и антибактериального препарата (ванкомицин), после чего образцы высушивались при комнатной температуре. Для моделирования деградации лекарственного покрытия invitro образцы погружали в раствор фосфатного буфера pH = 7,4 при 37 °C на 6 недель, смену раствора проводили каждые 2 дня [3]. Содержание антибактериального препарата в растворе определяли методом УФ-спектроскопии на длине волны 280 нм в кювете с длиной оптического пути 1 см. В образцах после инкубации определяли остаточное содержание препарата путем растворения покрытия и анализа полученного раствора при длине волны 280 нм в кювете с длиной оптического пути 1 см [4].

Результаты и их обсуждение

До проведения эксперимента по моделированию деградации лекарственного покрытия invitro в образцах определяли начальное содержание препарата путем растворения покрытия и последующего анализа полученного раствора спектрофотометрическим методом.

Профили высвобождения препарата в фосфатный буфер при моделировании деградации лекарственного покрытия invitro представлены на рис. 1.

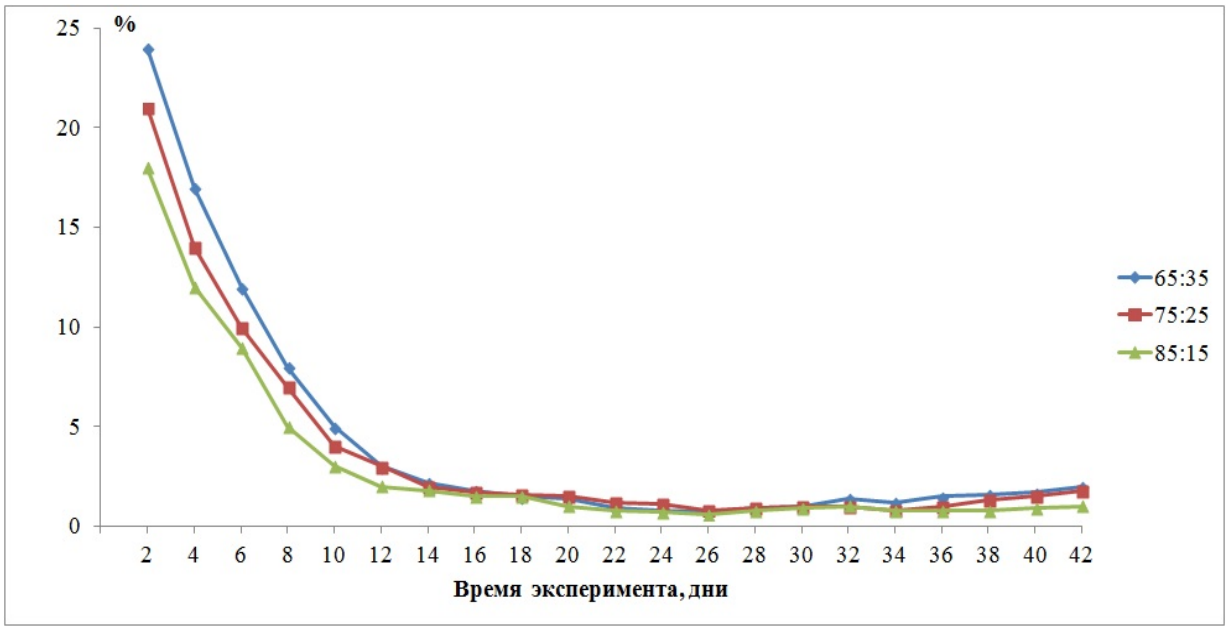


Рис. 1. Профили высвобождения препарата в раствор при деградации лекарственных покрытий на основе полимеров PLGA 65:35, PLGA 75:25, PLGA 85:15 invitro (n = 10, M ± m)

Для всех типов лекарственного покрытия наблюдалось неравномерное высвобождение лекарственного препарата в раствор; наиболее интенсивное высвобождение было замечено на первой неделе эксперимента с последующим снижением выхода. Повышенный выход препарата в течение первых нескольких дней можно объяснить смыванием препарата с доступного верхнего слоя покрытия. Дальнейшая динамика процесса обусловлена механизмами деградации самого полимера. Общее суммарное высвобождение лекарственного препарата в раствор при деградации лекарственных покрытий на основе полимеров PLGA 65:35, PLGA 75:25, PLGA 85:15 invitro составило 89,6 %, 78,2 %, 63,9 % относительно начального содержания. Таким образом, применение различных полимеров для создания покрытия позволяет варьировать интенсивность высвобождения лекарственного препарата при его деградации.

После проведения эксперимента по моделированию деградации лекарственного покрытия invitro в образцах определяли остаточное содержание препарата путем растворения покрытия и последующего анализа полученного раствора спектрофотометрическим методом. Результаты исследования по оценке остаточного содержания препарата в лекарственном покрытии представлены на рис. 2.

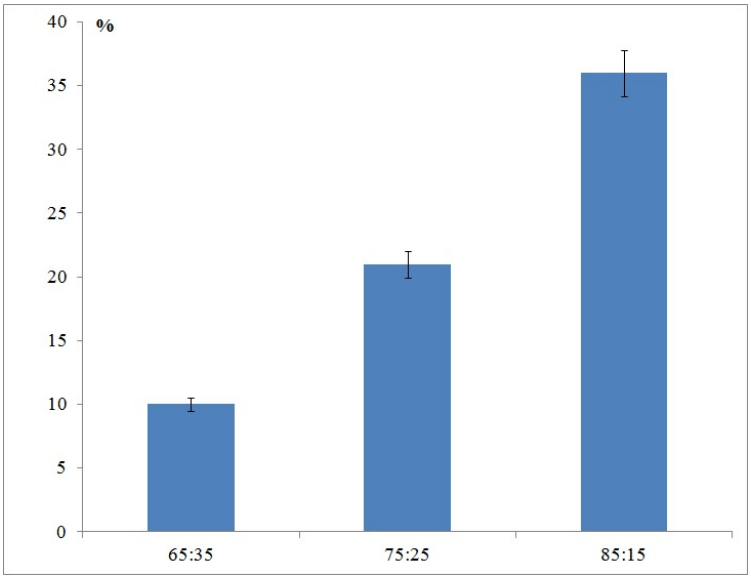


Рис. 2. Содержание лекарственного препарата
в покрытии после моделирования деградации invitro

Полученные данные совпадают с результатами исследования профилей высвобождения препарата в раствор при моделировании деградации лекарственных покрытий invitro.

При объемном разрушении, которому подвергаются сополимеры молочной и гликолевой кислот, молекулы среды проникают в полимерную матрицу быстрее, чем происходит деструкция [5]. Вследствие этого гидролиз полимера протекает и на его поверхности, и в объеме, а активное вещество высвобождается за счет одновременного протекания и диффузии, и растворения [6]. Следует учитывать, что молочная кислота менее гидрофильна, чем гликолевая, поэтому повышение содержания мономерных звеньев молочной кислоты в PLGA способствует гидрофобизации сополимера. Вследствие этого сополимер адсорбирует меньшее количество воды и деструктирует медленнее [7]. С увеличением доли молочной кислоты скорость деградации уменьшается. Чем медленнее разрушается полимер, тем медленнее высвобождается лекарственный препарат.

Заключение

Изучение профилей высвобождения лекарственного препарата из покрытия выявило неравномерный выход препарата: наиболее интенсивно высвобождение проходит в первую неделю эксперимента с последующим снижением выхода. При увеличении доли молочной кислоты в полимере скорость его деградации уменьшается, что приводит к замедлению высвобождения лекарственного препарата в раствор и увеличению его остаточного содержания в покрытии.

Библиографический список

1. Holland, S. J. Biodegradable polymers / S. J. Holland, B. J. Tighe // Advances in Pharmaceutical Science. – L. : Academic Press, 1992. – Vol. 6. – P. 101–164.

2. Temenoff, J. S. Injectable biodegradable materials for orthopaedic tissue engineering / J. S. Temenoff, A. G. Mikos // Biomaterials. – 2000. – Vol. 21. – P. 2405–2412.

3. ГОСТ ISO 10993-13-2011. Изделия медицинские. Оценка биологического действия медицинских изделий. Ч. 13. Идентификация и количественное определение продуктов деградации полимерных медицинских изделий. – Взамен ГОСТ 10993-13-2009 ; введ. 2013.01.01. – М. : Стандартинформ, 2013. – 19 с.

4. Любченко, О. Д. Кинетика деградации антипролиферативного полимерного покрытия стентов в условиях invitro / О. Д. Любченко, А. Д. Кручинина, А. Н. Шатров // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Естественные науки. – 2015. – № 2 (10). – С. 55–61.

5. Wang, P. Y. Compressed poly(vinyl alcohol)-polycaprolactone admixture as a model to evaluate erodible implants for sustained drug delivery / P. Y. Wang // J. of Biomedical Materials Research. – 1989. – Vol. 23, № 1. – P. 91–104.

6. Sinha, V. R. Bioabsorbable polymers for implantable therapeutic systems / V. R. Sinha, L. Khosla // Drug Development and Industrial Pharmacy. – 1998. – Vol. 24, № 12. – P. 1129–1138.

7. De Oliveira, A. M. Synthesis and characterization of thermo-responsive particles of poly(hydroxybutirate-co-hydroxyvalerate)-b-poly(Nisopropylacrylamide) / P. C. de Oliveira, A. M. dos Santos, M. H. A. Zanin, M. I. Re // Brazilian J. of Physics. – 2009. – Vol. 39, № 1a. – P. 217–222.

Шишкина Мария Игоревна, студентка, Пензенский государственный университет.
E-mail: 89374291827@yandex.ru

Гультяева Вера Вячеславовна, студентка, Пензенский государственный университет.
E-mail: wera.gultyaewa19971997@mail.ru

УДК 577.181

Шишкина, М. И.

Исследование профиля высвобождения действующего препарата из лекарственного покрытия / М. И. Шишкина, В. В. Гультяева // Вестник Пензенского государственного университета. – 2018. – № 3 (23). – С. 51–54.

УДК 572 ; 902

Д. С. Иконников, О. А. Калмина, О. В. Калмин

АНТРОПОЛОГИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ КРИВОЗЕРСКОГО МОГИЛЬНИКА X–XI вв.

Аннотация. Характеризуются антропологические материалы, полученные в ходе раскопок Кривозерского могильника X–XI вв. (в настоящее время – в пределах городской черты г. Пензы). Памятник оставлен древней мордвой-мокшей. Антропологические материалы представлены черепом и длинными трубчатыми костями конечностей, принадлежавшими одному индивиду. Это была девочка-подросток около 14–16 лет. Авторами статьи были проведены краниометрическое, остеометрическое, одонтологическое и палеопатологическое исследования. Обращают на себя внимание выраженная долихокрания черепа и значительная горизонтальная профилировка верхней части лица. Кроме того, на черепе обнаружены следы патологических изменений.

Ключевые слова: краниометрия, одонтология, палеопатологическое исследование, Кривозерский могильник, мордва-мокша.

В коллекции антропологической лаборатории кафедры «Анатомия человека» Медицинского института ПГУ хранятся материалы из Кривозерского могильника, оставленного мордвой-мокшей и датированного М. Р. Полесских, исследовавшего памятник, X–XI вв. [1, с. 121; 2, с. 116]. Данный могильник был обнаружен в 1960-х гг. на территории, находящейся в подчинении Кривозерской восьмилетней школы, граничившей с городской чертой г. Пензы (ныне в пределах городской черты). Исследование, согласно данным отчета, было проведено в 1966 г. В ходе археологических работ было выявлено одно женское погребение с типичным набором украшений лядинского типа [1, с. 121; 2, с. 116]. Учитывая, что антропологические материалы мордвы-мокши, датирующиеся рубежом I–II тыс. н.э., сравнительно немногочисленны, имеющийся в нашем распоряжении материал представляет большой научный интерес.

Материал и методы

Антропологические материалы Кривозерского могильника, находящиеся в нашем распоряжении, имеют сравнительно плохую сохранность. Они представлены черепом с нижней челюстью (инв. № Крм-2) и длинными трубчатыми костями посткраниального скелета (инв. № Крм-1).

Череп (рис. 1) восстановлен из множества фрагментов. От лицевого скелета сохранились только правая скуловая кость с частично разрушенными задним краем лобного отростка и височным отростком и правая верхняя челюсть с разрушенным лобным отростком и повреждениями на задней поверхности тела и задней частью альвеолярного и небного отростков. У лобной кости сохранна чешуя. Большинство глазничных частей разрушено, за исключением небольших полосовидных участков, примыкающих к надглазничному краю. Левая теменная кость была посмертно утрачена практически полностью, кроме небольшого участка треугольной формы, примыкающего к сагиттальному шву. Посмертно разрушена заднелатеральная часть правой теменной кости, составляющая приблизительно ¼ всей кости, заметно поврежден правый теменной бугор. Разрушен также клиновидный угол. От затылочной кости сохранилась большая часть чешуи с заметными периферийными повреждениями. Сравнительно хорошо сохранилась правая височная кость, однако у нее почти до основания разрушен

височный отросток и повреждена поверхность сосцевидного угла. На наружной поверхности черепа прослеживаются значительные участки посмертной скарификации.

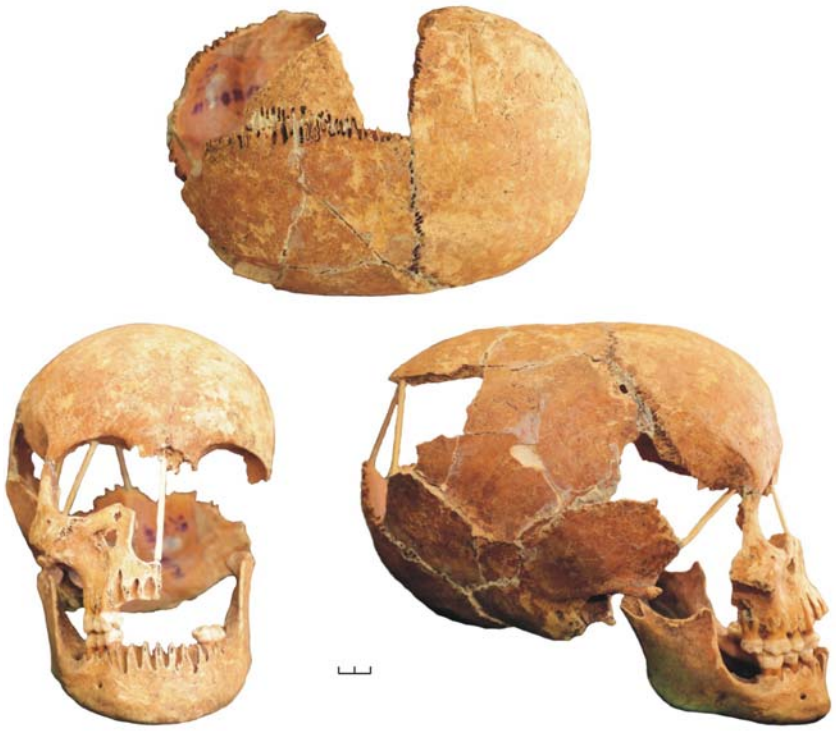


Рис. 1. Череп

Наружная поверхность черепа имеет коричневый цвет, внутренняя – светло-коричневый. В области праволатеральной части затылочной чешуи и на поверхности правого сосцевидного отростка прослеживается большое зеленовато-оливковое пятно.

Сохранился также не сопоставляющийся с черепом фрагмент левой височной кости. У кости посмертно разрушены вершина пирамиды, скуловой и сосцевидный отростки, на поверхности прослеживаются участки скарификации. Кость имеет коричневый цвет с кофейным оттенком, на изломах и участках осыпания – бледный, буроватый.

Нижняя челюсть: у кости посмертно разрушены мыщелки, прослеживаются небольшие периферийные повреждения. Кость имеет коричневый цвет. Нижняя половина тела, в том числе углы, окрашена в оливково-зеленый цвет, в области правого угла интенсифицирующийся до изумрудно-зеленого.

Правая плечевая кость: у кости посмертно утрачены дистальный эпифиз, проксимальные две трети головки, большой и малый бугорки. Поверхность кости сильно скарифицирована. Цвет кости коричневый, на изломах и участках осыпания – бледный желтовато-серый.

Левая плечевая кость: посмертно утрачены дистальный эпифиз и смежная с ним часть диафиза и проксимальная часть кости почти до уровня хирургической шейки. Поверхность кости сильно скарифицирована. Кость имеет коричневый цвет с золотистым оттенком, на изломах и участках осыпания – бледный желтовато-серый.

Правая локтевая кость: утрачена проксимальная часть кости до уровня нижнего края бугристости. В дистальной части разрушены головка и смежный участок диафиза. Поверхность кости сильно скарифицирована. Цвет – коричневый, на изломах и участках осыпания – сероватый.

Левая локтевая кость: утрачена проксимальная часть кости до уровня середины бугристости. В дистальной части кости разрушена головка. На поверхности тела прослеживаются отдельные участки скарификации. Цвет кости – золотисто-коричневый, в дистальной части – темный, с оливковым оттенком.

Правая лучевая кость: посмертно утрачены верхняя треть кости и дистальный эпифиз. Поверхность тела частично скарифицирована. Кость имеет коричневый цвет, в дистальной части – с оливковым оттенком, на изломах и участках осыпания – серый.

Левая лучевая кость: в проксимальной части кости посмертно разрушены головка, большая часть шейки и бугристость. Утрачен дистальный эпифиз. Цвет кости коричневый с золотистым оттенком, в дистальной части тела – с оливковым оттенком (рис. 2).

Рис. 2. Кости верхних конечностей

Правая бедренная кость: утрачены проксимальная часть кости до уровня нижнего края малого вертела. Разрушен дистальный эпифиз и смежная часть диафиза. Поверхность кости сильно скарифицирована. Цвет – золотисто-коричневый, на изломах – грязно-белый, на участках осыпания – серый с желтоватым оттенком (рис. 3).

Рис. 3. Кости нижних конечностей

Левая бедренная кость: у кости посмертно утрачены большой вертел и смежная часть кости, головка и большая часть шейки. Сохранился участок кости, служащий основанием малого вертела, но сам вертел утрачен. Разрушен дистальный эпифиз и смежная часть диафиза. Поверхность кости сильно скарифицирована (особенно передняя поверхность диафиза). Кость имеет коричневый цвет с золотистым оттенком, на изломах и участках осыпания – грязный, сероватый цвет.

Правая большеберцовая кость: утрачена проксимальная часть кости до уровня нижнего края бугристости. Разрушен дистальный эпифиз и смежная часть диафиза. Поверхность кости сильно скарифицирована. Цвет – коричневый, на изломах и участках осыпания – сероватый с желтым оттенком.

Левая большеберцовая кость: утрачена проксимальная часть кости (приблизительно ¼ ее высоты). Разрушен дистальный эпифиз и смежная с ним часть диафиза. Поверхность кости сильно скарифицирована. Цвет кости – коричневый, на изломах и участках осыпания – сероватый (рис. 4).

Рис. 4. Левая большеберцовая кость, задняя проекция.
На фотографии прослеживается основание малого вертела

Малоберцовые кости представлены небольшими фрагментами диафиза с сильно скарифицированной поверхностью. Цвет – коричневатый, на участках осыпания и изломах – грязный, сероватый.

С большой долей вероятности, кости посткраниального скелета принадлежат одному индивиду.

Исследование антропологических материалов проведено с использованием краниометрической [3], остеометрической [4] и одонтологической [5–8] методик. Из них наибольшую научную ценность имеют данные одонтологии, что связано со сравнительно хорошей сохранностью зубной системы. Данные, полученные путем измерения черепа и костей посткраниального скелета, имеют меньшее значение, так как индивид, которому принадлежали антропологические материалы, явно не достиг зрелости, и скелет еще не сформировался полностью. Кроме того, проведено палеопатологическое исследование, в ходе которого выявлены следы патологических изменений.

Результаты и обсуждение

Антропологические материалы из Кривозерского могильника, с большой долей вероятности, принадлежали одному индивиду в возрасте 14–16 лет (возрастная когорта Juvenis). Именно о таком возрасте свидетельствовали полностью сформировавшиеся корни М2. Судя по данным отчета М. Р. Полесских, погребение, из которого происходили материалы, было женским. Зеленоватые пятна на черепе и костях посткраниального скелета, являющиеся результатом контакта костей с медными украшениями, также говорят о том, что погребение принадлежало девушке. Этому не противоречит общая грацильность скелета и слабо выраженный рельеф черепа. Так, надпереносье было выражено на I балл, надбровные дуги – на 1 балл, сосцевидные отростки – на 1 балл.

Так как индивид, которому принадлежал скелет, не достиг зрелости, абсолютные величины, полученные в ходе измерения черепа, сравнительно ненадежны. Однако определенную научную ценность представляют индексы, так как пропорции черепа в ходе онтогенеза меняются сравнительно слабо. Кроме того, есть основания считать, что некоторые метрические показатели черепа приближались к величинам, характерным для взрослых индивидов.

Череп (табл. 1): примечательно, что продольный диаметр черепа (1. Март.) уже в подростковом возрасте достигает 178,0 мм, т.е. относится к категории больших по общемировому масштабу величин. Череп, с большой долей вероятности, имел долихокранное строение и эллипсоидную форму. Характерное удлинение мозгового отдела черепа происходит в первую очередь за счет увеличения длины теменной части свода в сагиттальном направлении. Так, теменная хорда (30. Март.) характеризуется большой величиной (118,0 мм), чем отличается от малой (98,0 мм) величины лобной хорды (29. Март.) и средней (92,5 мм) величины затылочной хорды. Теменно-продольный указатель (30:1. Март.), несмотря на большую величину продольного диаметра, также оказывается большим (66,3). Удлинение теменной части свода черепа в сагиттальном направлении находит свое выражение и в малой величине (86,4) теменного поперечно-продольного указателя (12:30. Март.), в то время как лобный поперечно-продольный указатель (10:29. Март.) большой (114,3), затылочный поперечно-продольный указатель (12:31. Март.) – средний (110,3).

При исследовании мозгового отдела черепа обращает на себя внимание большая высота изгиба лба (Биом. SubNβ), составляющая 26,7 мм, при этом указатель выпуклости лба (Биом., Март. SubNβ:29) оказывается очень большим (27,2).

Таблица 1

Краниометрические показатели индивида из Кривозерского могильника

114,3	10:29. Лобный широтно-продольн.	I	Надпереносье	103,0	47. Полная высота лица	178,0	1. Продольный диаметр
66,3	30:1. Теменно-продольн. указатель	1	Надбровные дуги	93,0	43. Верхняя ширина лица	91,0	9. Наименьшая ширина лба
86,4	12:30. Теменной широтно-продольн.	1	Сосцевидные отростки	49,0	55. Высота носа	112,0	10. Наибольшая ширина лба
85,6	31:28. Указатель изгиба затылка	Antr.	Нижний край грушевидного отверстия	30,7	52. Высота глазницы	102,0	12. Ширина затылка
52,0	31:1. Затылочно-продольн. указатель	173,3	(29+30+31):1. Указ. суммы трех хорд	131,2	77. Назо-малярный угол	98,0	29. Лобная хорда
110,3	12:31. Затылочн. широтно-продольн. указатель	112,1	12:9. Затылочно-лобный указатель	99,0	65. Мыщелковая ширина	118,0	30. Теменная хорда
93,4	66:9. Челюстно-лобный указатель	91,1	12:10. Затылочно-корональный указатель	85,0	66. Угловая ширина	92,5	31. Затылочная хорда
97,8	9:43. Фронто-малярный указатель	93,9	28:26. Дуговой затыл.-теменн. указатель	40,0	67. Передняя ширина	115,0	26. Лобная дуга
85,9	66:65. Нижнечелюстной широтный указатель	27,2	SubNb:29. Указатель выпуклости лба	29,0	69. Высота симфиа	108,0	28. Затылочная дуга
40,0	69 (3):69 (1). Указатель толщины нижн. челюсти	85,2	29:26. Указатель изгиба лба	25,0	69 (1). Высота тела	26,7	SubNβ. Высота изгиба лба
		55,1	29:1. Лобно-продольн. указатель	10,0	69 (3). Толщина тела	25,5	Высота изгиба затылка
		81,3	9:10. Широтный лобный указатель	эллипс.	Форма черепа сверху	63,0	48. Верхняя высота лица

Судить о пропорциях лицевого скелета сложно, так как не может быть установлен скуловой диаметр черепа (45. Март.). Верхняя и полная высота лица (48. Март., 47. Март.) имеют малую величину (63,0 мм и 10,0 мм соответственно). Высота носа (55. Март.), вероятно, была средняя (около 49,0 мм), высота глазницы (52. Март.) – малая (около 30,7 мм), но все эти величины недостоверны из-за плохой сохранности черепа и молодого возраста индивида. Большинство метрических показателей нижней челюсти также попадает в категорию малых величин. При этом у черепа наблюдалась резкая профилировка лица на уровне назо-малярного угла (77. Март.), составляющего 131,2°.

Таким образом, наиболее характерные черты черепа из Кривозерского могильника – грацильность строения, долихокрания и резкая горизонтальная профилировка верхней части лицевого скелета.

Зубная система (табл. 2). У черепа не сохранились передние зубы. Обращает на себя внимание двухкоренное строение P1. P1 характеризуются тенденцией к канинизации (балл 1+), P2 – типичным двухбугорковым строением коронки.

Верхние моляры характеризуются отсутствием редукции гипоконуса на M1 (балл 4 по Дальбергу) в сочетании с сильной редукцией M2 (балл 3 по Дальбергу). На M1 присутствовал слабо выраженный бугорок Карабелли (1 балл), наблюдался также дистальный маргинальный бугорок. На M1 величина метаконуса и гипоконуса приблизительно одинакова, редукция метаконуса по сравнению с параконусом (эоконусом) выражена на 2 балла. На M2 редукция метаконуса составляет 4 балла. Интересной деталью является развитие затека эмали на верхних молярах. На M1 затек развит на 4 балла, на M2 – на 5 баллов. При этом на нижних молярах аналогичных образований нет. На M1 прослеживается косой гребень и концевой трирадиус на борозде 2pa(eo).

Нижние M1 характеризуются пятибугорковым строением коронки, M2 – четырехбугорковым. Интересно, что на одном M1 встречен не вполне типичный для этих зубов +-узор, тогда как на другом зубе прослеживается Y-узор. Интересно, что первый вариант узора межбугорковых борозд сочетался с формой коронки, при которой ширина тригонида была примерно равна ширине талонида, а второй вариант – с коронкой, у которой талонид несколько шире тригонида. Дистальный гребень тригонида, коленчатая складка метаконида и tami отсутствуют. Кроме того, нельзя отрицать возможности гиподонтии M3.

Посткраниальный скелет (табл. 3). Исключительная грацильность костей посткраниального скелета не оставляет сомнения в том, что они принадлежали индивиду подросткового возраста. Большинство измерений при этом ненадежны, так как рост и формирование организма не были завершены. Кроме того, сохранность костей чрезвычайно плохая. Ни в одном случае не может быть определен длиннотный размер. Окружности и диаметры сечения длинных трубчатых костей определены с известными поправками на сильную посмертную скарификацию поверхности.

На наш взгляд, первоначально наибольшая длина плечевой кости (H-1) составляла около 270 мм, наибольшая длина лучевой кости (R-1) – около 195 мм, наибольшая длина бедренной кости (F-1) приблизительно 370 мм, длина большеберцовой кости (T-1) – порядка 290 мм. Все эти величины были определены путем мысленного достраивания недостающей проксимальной и дистальной частей кости. Они чрезвычайно субъективны и не могут быть использованы для научной работы. Нами они были определены только для проверки предположения о возрасте индивида. Длина тела индивида, определенная методом К. Пирсона и А. Ли по каждой отдельной кости, при этом колеблется от 143,0 см до 146,4 см, в среднем составляя 145,0 см. Небольшой диапазон колебаний величины говорил о том, что при определении первоначальной длины костей мы были сравнительно недалеки от истины.

Таблица 2

Одонтологические материалы индивида из Кривозерского могильника

0	прав.	Метаконулюс	0	прав.	Гиподонтия I^2
0	лев.		4	прав.	M^1 по Дальбергу
+	прав.	Дистальн. маргинал. бугорок	3	прав.	M^2 по Дальбергу
0	прав.	Буккостиль	1	прав.	Бугорок Карабелли M^1
0	лев.		1+	прав.	Форма P_1
0	прав.	Мезостиль	2	прав.	Форма P_2
0	лев.		2	лев.	
0	прав.	Дробление hy M^1	5	прав.	Число бугорков M_1
hy=me	прав.	Соотношение размеров hy и me	5	лев.	
2	прав.	Размеры ра и me M^1	4	лев.	Число бугорков M_2
4	прав.	Размеры ра и me M^2	Y	прав.	Форма M_1
+	прав.	M^1 2ра (ео) t	+	лев.	
+	прав.	Косой гребень M^1	+	лев.	Форма M_2
IV	прав.	M^2 2me	0	прав.	Дистальн. гребень тригонида M_1
fc	прав.	M_1 2med	0	лев.	
III	лев.		0	прав.	Коленчатая складка метаконида M_1
0	прав.	M_1 T end	0	лев.	
0	лев.		0	прав.	tami M_1
+	лев.	M_2 2'med	0	лев.	
0	лев.	M_2 Dend	3	прав.	Межкорн. затек эмали M_1
тр.<тал.	прав.	Ширина . тригонида и талонида M_1	3	лев.	
тр.=тал.	лев.		3	лев.	Межкорн. затек эмали M_2
тр.>тал.	лев.	Ширина. тр. и тал. M_2	2	прав.	Число корней P^1
end=hyd	прав.	Размеры end и hyd M_1	3	прав.	Число корней M^1
end=hyd	лев.		3	прав.	Число корней M^2
end<hyd	лев.	Размеры end и hyd M_2	0	прав.	Протоконулюс
0	прав.	Диастема C/P^1	0	лев.	

Таблица 3

Остеометрические показатели индивида из Кривозерского могильника

левая	правая	Измерение	Кости	левая	правая	Измерение	Кости
ок. 370	ок. 370	1. Наибольшая длина	Бедренные	ок. 265	ок. 270	1. Наибольшая длина	Плечевые
20		6. Сагиттальный диаметр середины диафиза		15	16	5. Наибольший диаметр середины диафиза	
19		7. Поперечный диаметр середины диафиза		11	11	6. Наименьший диаметр середины диафиза	
18	17,5	10. Верхний сагиттальный диаметр диафиза		43	44	7a. Окружность середины диафиза	
22	22	9. Верхний поперечный диаметр диафиза		42	41	7. Наименьшая окружность диафиза	
62	61	8. Окружность середины диафиза		ок. 215	ок. 215	1. Наибольшая длина	Локтевые
ок. 290	ок. 290	1a. Наибольшая длина	Большеберцовые	9	9	11. Переднезадний диаметр диафиза	
21	21	8. Сагиттальный диаметр середины диафиза		13,5	12,5	12. Поперечный диаметр диафиза	
14	14	9. Поперечный диаметр середины диафиза		26	27	3. Наименьшая окружность диафиза	
24	24	8a. Сагиттальный диаметр на уровне питательного отверстия		ок. 195	ок. 195	1. Наибольшая длина	Лучевые
17	17	9a. Поперечный диаметр на уровне питательного отверстия		13		4. Поперечный диаметр диафиза	
53	52	10. Окружность середины диафиза		9		5. Сагиттальный диаметр диафиза	
49	51	10b. Наименьшая окружность диафиза		29		Наименьшая окружность диафиза	

Этот показатель не противоречит нашему предположению, что возраст индивида составлял приблизительно 14–16 лет. Правда, для населения современных развитых стран рост около 145 см скорее характерен для рубежа возрастных когорт Infantilis II и Juvenis, т.е. около 11–12 лет [9, табл. IV-12, IV-13], а не для рубежа Juvenis и Adultus, как предполагаем мы. Кроме того, обращает на себя внимание грацильность строения длинных трубчатых костей, но следует учитывать эпохальную и индивидуальную изменчивость, а также получивший широкое распространение в современном мире процесс акселерации. Все свидетельствует о том, что тотальные размеры тела и черепа индивида приближались к показателям взрослого человека.

Палеопатологический анализ показал у индивида следы пришеечной кисты правого второго нижнего моляра с прижизненной утратой зуба (рис. 5) и формированием свищевого хода на внутренней поверхности тела нижней челюсти (рис. 6), зажившего незадолго до наступления смерти.

Рис. 5. Альвеола правого M2 со следами пришеечной кисты

Рис. 6. Свищевой ход на внутренней поверхности тела нижней челюсти

Деструкция левого сосцевидного отростка (рис. 7) с обнажением сосцевидных ячеек и деструкцией стенок мышечно-трубного канала представляет собой результат левостороннего гнойного отита с мастоидитом.

Деструкция поверхностного слоя правого сосцевидного отростка с обнажением единичных ячеек (рис. 8) также имеет поствоспалительный характер.

Рис. 7. Левая височная кость. Деструкция сосцевидного отростка, являющаяся результатом гнойного отита с мастоидитом

Рис. 8. Деструкция поствоспалительного характера в области правого сосцевидного отростка

Выводы

Череп и посткраниальный скелет, происходившие с Кривозерского могильника, с большой долей вероятности, принадлежали одному индивиду – девушке в возрасте около 14–16 лет. Череп отличался долихокранным строением, обусловленным увеличением длины теменной части свода черепа в сагиттальном направлении. Череп отличался также резкой горизонтальной профилировкой лица на уровне назо-малярного угла, что говорило в пользу принадлежности индивида к большой европеоидной расе. Этому не противоречат данные, полученные в ходе исследования одонтологических материалов, и в частности наличие слабо выраженного бугорка Карабелли на M1, наличие двухкорневого P1, пятибугорковое строение M1, четырехбугорковое строение M2, отсутствие дистального гребня тригонида и коленчатой складки метаконида.

На черепе видны следы патологических процессов, в том числе пришеечной кисты правого M2 и гнойного отита и мастоидита, что являлось возможной причиной смерти.

Библиографический список

1. Полесских, М. Р. Археологические памятники Пензенской области: Путеводитель / М. Р. Полесских. – Пенза : Приволж. книжн. изд-во. Пенз. отд., 1970. – 158 с.

2. Ставицкий, В. В. Археологические изыскания М. Р. Полесских / В. В. Ставицкий. – Пенза, 2008. – 176 с.

3. Алексеев, В. П. Краниометрия. Методика антропологических исследований / В. П. Алексеев, Г. Ф. Дебец. – М. : Наука, 1964. – 127 с.

4. Алексеев, В. П. Остеометрия. Методика антропологических исследований / В. П. Алексеев. – М. : Наука, 1966. – 250 с.

5. Зубов, А. А. Одонтология. Методика антропологических исследований / А. А. Зубов. – М. : Наука, 1968. – 198 с.

6. Зубов, А. А. Этническая одонтология / А. А. Зубов. – М. : Наука, 1973. – 200 с.

7. Зубов, А. А. Методическое пособие по антропологическому анализу одонтологических материалов / А. А. Зубов. – М., 2006. – 70 с.

8. Аксянова, Г. А. Морфологические особенности зубной системы античного времени северо-запада Туркменистана / Г. А. Аксянова, Г. Гельдыева // На путях биологической истории человечества : сб. ст. / отв. ред.: А. А. Зубов, Г. А. Аксянова. – М., 2002. – Т. II. – С. 5–55.

9. Морфология человека / под ред. Б. А. Никитюка, В. П. Чтецова. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Изд-во Моск. гос. ун-та, 1990. – 342 с.

Иконников Дмитрий Сергеевич, кандидат исторических наук, заведующий антропологической лабораторией кафедры «Анатомия человека», Пензенский государственный университет.
E-mail: ikonnikof-ds@mail.ru

Калмина Ольга Анатольевна, кандидат медицинских наук, доцент, кафедра «Анатомия человека», Пензенский государственный университет.
E-mail: okalmina@gmail.com

Калмин Олег Витальевич, доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой «Анатомия человека», Пензенский государственный университет.
E-mail: ovkalmin@gmail.com

УДК 572 ; 902
Иконников, Д. С.
Антропологические материалы Кривозерского могильника X–XI вв. / Д. С. Иконников, О. А. Калмина, О. В. Калмин // Вестник Пензенского государственного университета. – 2018. – № 3 (23). – С. 55–66.

АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ

УДК 519

А. А. Шалдаева, Н. Ю. Кудряшова

ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ ПОСТРОЕНИЯ УРАВНЕНИЯ РАЗВЕТВЛЕНИЯ ДЛЯ ИНТЕГРАЛЬНОГО УРАВНЕНИЯ УРЫСОНА

Аннотация. Рассматривается метод решения нелинейного интегрального уравнения Урысона первого рода в случае возникновения ветвления. Данное интегральное уравнение сводится к уравнению разветвления, которое решается с помощью диаграммы Ньютона.

Ключевые слова: нелинейное интегральное уравнение, уравнение разветвления, одномерный случай ветвления, диаграмма Ньютона.

Постановка задачи

Рассмотрим нелинейное интегральное уравнение Урысона первого рода

$$x(s) = \int_B G(s,t,x(t),\mu)dt\,, \tag{1}$$

в котором B – ограниченное замкнутое множество конечномерного евклидового пространства, $G(s,t,x(t),\mu)$ – вещественная непрерывная функция, заданная на $B\times B\times I_1\times I_2$, где I_1 и I_2 – это промежутки вещественной оси.

Кроме того, функция $G'_{x(t)}(s,t,x(t),\mu)$ является монотонной по переменной $x(t)$.

Если ввести обозначения $x(s) = x_0(s) + u(s)$, $\mu = \mu_0 + \lambda$ и предположить, что функция $G(s,t,x(t),\mu)$ представима в виде равномерно сходящегося ряда [1]

$$G(s,t,x_0(t)+u(t),\mu_0+\lambda) = \sum_{m+n\geq 0} A_{mn}(s,t,\mu_0)u^m(t)\lambda^n\,, \tag{2}$$

где $A_{mn}(s,t,\mu_0) = B_{mn}(s,t)$ непрерывны по совокупности аргументов (s, t), а также что при некотором значении $\mu = \mu_0$ уравнение (1) имеет непрерывное решение $x_0(s) = \int_B G(s,t,x_0(t),\mu_0)dt,$ то уравнение (1) примет следующий вид:

$$u(s) + \int_B G(s,t,x_0(t),\mu_0)dt = \int_B \sum_{m+n\geq 0} B_{mn}(s,t)u^m(t)\lambda^n dt. \tag{3}$$

Выпишем первые три слагаемых ряда (2)

$$\sum_{m+n\geq 0} B_{mn}(s,t)u^m(t)\lambda^n = B_{00}(s,t) + B_{01}(s,t)\lambda + B_{10}(s,t)u(t) + \sum_{m+n\geq 2} B_{mn}(s,t)u^m(t)\lambda^n$$

и введем обозначения $B_{00}(s,t) = G(s,t,x_0(s),\mu_0),\ B_{10}(s,t) = K(s,t),\quad \int_B B_{01}(s,t)dt = f(s),$ тогда уравнение (3) примет вид

$$u(s)-\int_B K(s,t)u(t)dt=\lambda f(s)+\sum_{m+n\geq 2}\lambda^n\int_B B_{mn}(s,t)u^m(t)dt\,. \qquad (4)$$

Так получим, что решение уравнения (1) сводится к нахождению всех непрерывных решений $u(s)$ уравнения (4).

Одномерный случай ветвления

Пусть 1 является простым собственным значением линейного интегрального оператора

$$Tu=\int_B K(s,t)u(t)dt\,. \qquad (5)$$

Также пусть $\varphi_1(s)$ – нормированная собственная функция оператора (5), а $\psi_1(s)$ – нормированная собственная функция сопряженного оператора [1]

$$T^*u=\int_B \overline{K(t,s)}u(t)dt\,. \qquad (6)$$

Рассмотрим ядро в виде

$$E(s,t)=K(s,t)-\psi_1(s)\overline{\varphi_1(t)}\,. \qquad (7)$$

Положим

$$\xi=\int_B \overline{\varphi_1(t)}u(t)dt\,, \qquad (8)$$

тогда, подставив (8) в уравнение (4), получим

$$u(s)-\int_B E(s,t)u(t)dt=\xi\psi_1(s)+\lambda f(s)+\sum_{m+n\geq 2}\lambda^n\int_B B_{mn}(s,t)u^m(t)dt\,.$$

По лемме Шмидта существует резольвента $R(s,t)$ ядра $E(s,t)$. Тем самым последнее уравнение преобразуется к виду

$$u(s)=\xi\left[\psi_1(s)+\int_B R(s,t)\psi_1(t)dt\right]+\lambda\left[f(s)+\int_B R(s,t)f(t)dt\right]+$$

$$+\sum_{m+n\geq 2}\lambda^n\int_B\left[B_{mn}(s,t)+\int_B R(s,\tau)B_{mn}(\tau,t)d\tau\right]u^m(t)dt\,. \qquad (9)$$

В данной работе для нахождения резольвенты Фредгольма $R(s,t)$ будем использовать способ определителей Фредгольма [2].

При достаточно малых фиксированных $|\lambda|$ и $|\xi|$ уравнение (9) имеет единственное непрерывное решение, и оно представимо в виде равномерно сходящегося ряда с непрерывными коэффициентами

$$u(s)=\xi\varphi_1(s)+\lambda\left[f(s)+\int_B R(s,t)f(t)dt\right]+\sum_{i+k\geq 2}a_{ik}(s)\xi^i\lambda^k\,, \qquad (10)$$

где $$\varphi_1(s) = \psi_1(s) + \int_B R(s,t)\psi_1(t)dt .$$

Для нахождения коэффициентов $a_{ik}(s)$ воспользуемся методом неопределенных коэффициентов. Для этого подставим (10) в (9) и получим следующее уравнение:

$$\sum_{i+k\geq 2} a_{ik}(s)\xi^i\lambda^k = \sum_{m+n\geq 2}\lambda^n\int_B\left[B_{mn}(s,t) + \int_B R(s,\tau)B_{mn}(\tau,t)d\tau\right]\times$$

$$\times\left[\xi\varphi_1(t) + \lambda g(t) + \sum_{p+q\geq 2} a_{pq}(t)\xi^p\lambda^q\right]^m dt . \qquad (11)$$

Сравнивая коэффициенты при одинаковых степенях ξ и λ, получаем рекуррентную систему для нахождения коэффициентов $a_{ik}(s)$, которая подробно представлена в работе М. М. Вайнберга, В. А. Треногина [1].

Для определения возможных значений ξ, входящих в уравнение (10), подставим (10) в (8) и, учитывая $\int_B \overline{\varphi_1(t)}\varphi_1(t)dt = 1$, получим

$$\lambda\int_B g(t)\overline{\varphi_1(t)}dt + \sum_{i+k\geq 2}\xi^i\lambda^k\int_B a_{ik}(t)\overline{\varphi_1(t)}dt = 0 .$$

Введем обозначения $L_{01} = \int_B g(t)\overline{\varphi_1(t)}dt,\ L_{mn} = \int_B a_{mn}(t)\overline{\varphi_1(t)}dt,\ \ m+n\geq 2,$ тогда получаем уравнение разветвления в одномерном случае

$$\sum_{m=2}^{\infty} L_{m0}\xi^m + \sum_{m=0}^{\infty}\xi^m\sum_{n=1}^{\infty}L_{mn}\lambda^n = 0, \qquad (12)$$

где L_{mn} – коэффициенты уравнения разветвления.

Уравнение разветвления

Для нахождения уравнения разветвления (12) воспользуемся диаграммой Ньютона [1, 3], т.е. будем искать все непрерывные решения этого уравнения $\xi = \xi(\lambda)$, обращающиеся в нуль при $\lambda = 0$ или равные нулю тождественно.

Решение уравнения (12) будем искать в виде ряда

$$\xi = \xi_\varepsilon\lambda^\varepsilon + \xi_{\varepsilon'}\lambda^{\varepsilon'} + \xi_{\varepsilon''}\lambda^{\varepsilon''} + \dots , \qquad (13)$$

где $$\varepsilon < \varepsilon' < \varepsilon'' < \dots ,\ \ \xi_\varepsilon \neq 0,\ \ \xi = \xi_\varepsilon\lambda^\varepsilon + o(\lambda^\varepsilon) \text{ при } \lambda\to 0 .$$

Чтобы построить диаграмму Ньютона, определим точки, необходимые для ее построения. Для этого в уравнении разветвления группируются коэффициенты при одинаковых степенях ξ, в полученных многочленах определяются наименьшие степени λ. Так, получаем точки $(0,\rho_0),\ (1,\rho_1),\ \dots,\ (n,\rho_n),$ где $\rho_i,\ i=\overline{0,n}$ – показатели степеней λ при соответствующих значениях ξ.

Отмечаем полученные точки $(0,\rho_0),\ (1,\rho_1),\ \dots,\ (n,\rho_n)$ в прямоугольной системе координат. Проводим через точку $(0,\rho_0)$ прямую, совпадающую с осью ординат, и вращаем ее вокруг этой точки против хода часовой стрелки, пока какая-нибудь из других

отмеченных точек (k,ρ_k) не окажется на этой прямой. Продолжаем процесс, пока не пройдем все точки и не окажемся в точке (n,ρ_n). Полученная выпуклая ломаная, соединяющая точки, представляет собой диаграмму Ньютона.

Перейдем к нахождению первого коэффициента правой части разложения (13) ξ_ε. Пусть (i,ρ_i) и (j,ρ_j) – концы какого-нибудь отрезка диаграммы, определяющего одно из возможных значений ε, которое найдем из равенства [3]

$$\rho_i + i\varepsilon = \rho_j + j\varepsilon \; i \neq j \;\; i,j = \overline{0,n}. \tag{14}$$

Тогда для определения ξ_ε составим следующее уравнение относительно ξ_ε:

$$F_{i0}\xi_\varepsilon{}^{i} + F_{i+1,0}\xi_\varepsilon{}^{i+1} + \ldots + F_{j,0}\xi_\varepsilon{}^{j} = 0, \tag{15}$$

где $F_{k0},\ k = \overline{i,j}$ – многочлены перед соответствующими степенями ξ_ε^k. Решив его, получим первый коэффициент правой части разложения (13). Для нахождения вторых коэффициентов в (13) подставляем $\xi = \xi_\varepsilon\lambda^\varepsilon + V$ в (12) и получаем уравнение относительно *V*, которое также решаем с помощью диаграммы Ньютона. Продолжая данный процесс вычисления, определим все коэффициенты разложения (13).

Модельная задача

В качестве модельного примера рассмотрим следующее нелинейное интегральное уравнение Урысона первого рода:

$$x(s) = \int_0^1 8st \cdot x^2(t)dt, \tag{16}$$

точным решением которого является функция $x(s) = \frac{s}{2}$.

Введем замену $x(s) = \frac{s}{2} + u(s),\ \ \mu = 8 + \lambda.$ Представим ядро $G(s,t,x(t),\mu)$ в виде ряда на основании формулы (2), тем самым получим

$$G(s,t,\frac{t}{2}+u(t),8+\lambda) = (8+\lambda)\cdot s\cdot t\cdot(\frac{t}{2}+u(t))^2 = 2st^3 + \frac{st^3}{4}\lambda + 8st^2u(t) +$$

$$+st^2u(t)\lambda + 8stu^2(t) + stu^2(t)\lambda.$$

Тогда $B_{00}(s,t) = 2st^3$, $f(s) = \int_0^1 B_{01}(s,t)dt = \int_0^1 \frac{st^3}{4}dt = \frac{s}{16}$, $K(s,t) = B_{10}(s,t) = 8st^2$, $B_{11}(s,t) = 2st^2$, $B_{20}(s,t) = 8st,\ B_{21}(s,t) = st.$

Рассмотрим линейный интегральный оператор вида $Tu = \int_0^1 8st^2u(t)dt,$ собственным значением которого является $\frac{1}{2}$.

Чтобы представить ядро в виде (7), определим нормированные собственные функции оператора (5) и сопряженного оператора (6) $\varphi_1(s)=\frac{1}{2}\sqrt{3}2^{\frac{3}{8}}s$ и $\psi_1(s)=\frac{1}{2}\sqrt{5}2^{\frac{5}{8}}s^2$ соответственно. Тогда $E(s,t)=8st^2-\frac{1}{2}\sqrt{15}s^2t$ и получим уравнение следующего вида:

$$u(s)-\int_0^1\left(8st^2-\frac{1}{2}\sqrt{15}s^2t\right)u(t)dt=\xi\frac{1}{2}\sqrt{5}2^{\frac{5}{8}}s^2+\lambda\frac{s}{16}+$$

$$+\int_0^1\left(st^2u(t)\lambda+8stu^2(t)+stu^2(t)\lambda\right)dt. \qquad (17)$$

Резольвента $R(s,t)$ для ядра $E(s,t)$, для определения которой воспользуемся способом определителей Фредгольма [2], будет иметь вид:

$$R(s,t)=\frac{-4st(40\sqrt{15}st-15\sqrt{15}s-30\sqrt{15}t+24\sqrt{15}-240t)}{-10+17\sqrt{15}}.$$

Тогда уравнение (17) запишется следующим образом:

$$u(s)=\xi\left[\frac{1}{2}\sqrt{5}2^{\frac{5}{8}}s^2+\int_0^1\left(\frac{-4st(40\sqrt{15}st-15\sqrt{15}s-30\sqrt{15}t+24\sqrt{15}-240t)}{-10+17\sqrt{15}}\right)\frac{1}{2}\sqrt{5}2^{\frac{5}{8}}t^2dt\right]+$$

$$+\lambda\left[\frac{s}{16}+\int_0^1\left(\frac{-4st(40\sqrt{15}st-15\sqrt{15}s-30\sqrt{15}t+24\sqrt{15}-240t)}{-10+17\sqrt{15}}\right)\frac{t}{16}dt\right]+$$

$$+\int_0^1\left[8st+\int_0^1\left(\frac{-4s\tau(40\sqrt{15}s\tau-15\sqrt{15}s-30\sqrt{15}\tau+24\sqrt{15}-240\tau)}{-10+17\sqrt{15}}\right)8\tau td\tau\right]u^2(t)dt+$$

$$+\lambda\int_0^1\left[st^2+\int_0^1\left(\frac{-4s\tau(40\sqrt{15}s\tau-15\sqrt{15}s-30\sqrt{15}\tau+24\sqrt{15}-240\tau)}{-10+17\sqrt{15}}\right)\tau t^2d\tau\right]u(t)dt+$$

$$+\lambda\int_0^1\left[st+\int_0^1\left(\frac{-4s\tau(40\sqrt{15}s\tau-15\sqrt{15}s-30\sqrt{15}\tau+24\sqrt{15}-240\tau)^2}{-10+17\sqrt{15}}\right)\tau td\tau\right]u^2(t)dt. \qquad (18)$$

Для нахождения коэффициентов $a_{ik}(s)$ воспользуемся способом, описанным выше. Рекуррентную систему решаем в математическом пакете Maple, при этом ограничиваемся двенадцатью коэффициентами, т.е. $2\le i+k\le 4$ в формуле (11).

После определения всех коэффициентов подставляем (18) в (8) и получаем уравнение разветвления в одномерном случае, которое из-за громоздкости здесь не приводится.

Решаем уравнение разветвления с помощью диаграммы Ньютона.

Диаграмма Ньютона, построенная по точкам (0, 1), (1, 1), (2, 0), (3, 0), (4, 0), будет иметь вид, представленный на рис. 1 .

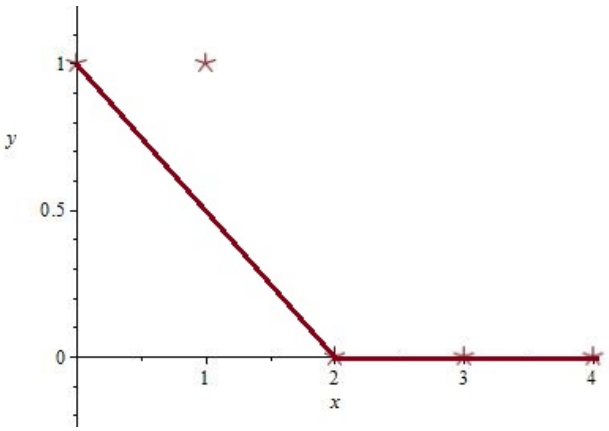


Рис. 1. Диаграмма Ньютона для определения первого коэффициента

Первый отрезок диаграммы (0, 1), (2, 0), тогда из равенства (14) следует, что $\rho_0 + 0 \cdot \varepsilon = \rho_2 + 2 \cdot \varepsilon$. Так получаем $\varepsilon = \frac{1}{2}$. Для всех остальных отрезков $\varepsilon = 0$.

По (15) для нахождения ξ_ε составляем уравнение, из которого получаем $\xi_{1/2} = \pm i \frac{1}{12}\sqrt{3} 2^{1/8}$. Тем самым $\xi = \pm i \frac{1}{12}\sqrt{3} 2^{1/8} \lambda^{\frac{1}{2}} + o(\lambda^{\frac{1}{2}})$ – комплексно-сопряженные точки бифуркации уравнения разветвления.

Для нахождения последующих коэффициентов решения уравнения подставляем $\xi = \pm i \frac{1}{12}\sqrt{3} 2^{1/8} \lambda^{\frac{1}{2}} + V_1$ в уравнение (12) и решаем его относительно V_1. Для получившегося уравнения, которое не приводится здесь из-за громоздкости, строим диаграмму Ньютона (рис. 2) по точкам $(0, \frac{3}{2})$, $(1, \frac{1}{2})$, (2, 0), (3, 0), (4, 0).

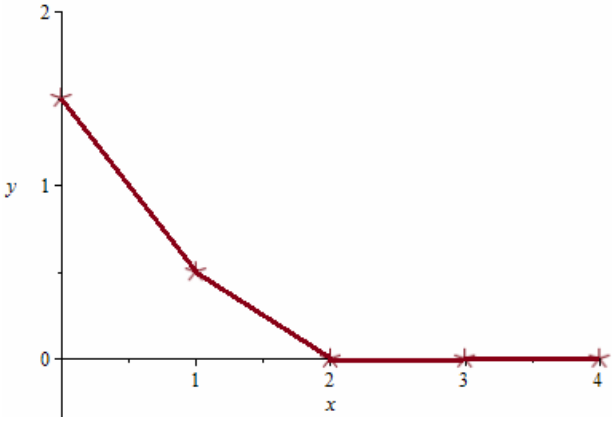


Рис. 2. Диаграмма Ньютона
для определения второго коэффициента

Тогда $\varepsilon'_1 = 1$, $\varepsilon'_2 = \frac{1}{2}$. Но $\varepsilon'_2 = \frac{1}{2}$ нам не подходит, так как должно выполняться условие $\varepsilon' > \varepsilon$. Следовательно, составляем уравнение (15) для $\varepsilon' = 1$, откуда получаем

$$V_1 = -\frac{1}{48} \frac{2^{\frac{5}{8}} (4\,724\,446\,608\sqrt{5} - 6\,106\,711\,969\sqrt{3})}{1\,574\,815\,536\sqrt{15} - 6\,106\,711\,969}.$$

Тем самым решение уравнения разветвления имеет вид

$$\xi = \pm i\frac{1}{12}\sqrt{3}2^{1/8}\lambda^{\frac{1}{2}} - \frac{1}{48}\frac{2^{\frac{5}{8}}(4\,724\,446\,608\sqrt{5} - 6\,106\,711\,969\sqrt{3})}{1\,574\,815\,536\sqrt{15} - 6\,106\,711\,969}\lambda + o(\lambda).$$

График ветвления решения для уравнения (16) представлен на рис. 3.

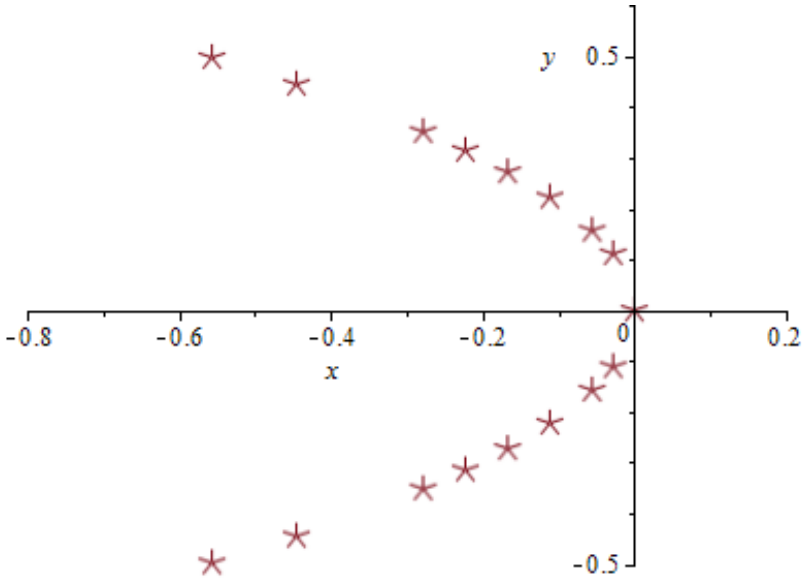


Рис. 3. Результаты решения модельной задачи

Выводы

Тем самым при решении нелинейного интегрального уравнения Урысона первого рода (1) возникает разветвление решения. В данной работе был рассмотрен случай одномерного ветвления. От исходного уравнения на основе рассмотренного алгоритма перешли к уравнению разветвления в одномерном случае, которое приближенно решили с помощью диаграммы Ньютона.

При решении модельной задачи удалось построить решение уравнения разветвления с точностью до $o(\lambda)$. В итоге получили комплексно-сопряженные точки бифуркации уравнения.

Библиографический список

1. Вайнберг, М. М. Теория ветвления решений нелинейных уравнений / М. М. Вайнберг, В. А. Треногин. – М. : Наука, 1969. – 528 с.

2. Верлань, А. Ф. Интегральные уравнения: методы, алгоритмы, программы / А. Ф. Верлань, В. С. Сизиков. – Киев : Наукова думка, 1986.

3. Чеботарев, Н. Г. Теория алгебраических функций / Н. Г. Чеботарев. – М., 1948.

4. Вайнберг, М. М. Методы исследования в теории разветвления решений / М. М. Вайнберг, П. Г. Айзенгендлер // Итоги науки. Сер. Математика. Мат. анал. 1965. – 1966. – С. 7–69.

5. Вайнберг, М. М. Методы Ляпунова и Шмидта в теории нелинейных уравнений и их дальнейшее развитие / М. М. Вайнберг, В. А. Треногин // Успехи математических наук. – 1962. – Т. 17, вып. 2 (104). – С. 13–75.

6. Вайнберг, М. М. К теории ветвления решений нелинейных уравнений / М. М. Вайнберг, В. А. Треногин // Успехи математических наук. – 1963. – Т. 18, вып. 5 (113). – С. 223–224.

Шалдаева Анастасия Александровна, магистрант, Пензенский государственный университет.
E-mail: nastyashaldaeva@mail.ru

Кудряшова Наталья Юрьевна, кандидат физико-математических наук, доцент, кафедра «Высшая и прикладная математика», Пензенский государственный университет.
E-mail: math.kudryashova@yandex.ru

УДК 519

Шалдаева, А. А.

Численные методы построения уравнения разветвления для интегрального уравнения Урысона / А. А. Шалдаева, Н. Ю. Кудряшова // Вестник Пензенского государственного университета. – 2018. – № 3 (23). – С. 67–74.

УДК 543.4/8

Н. В. Волкова, А. Н. Вернигора, Е. В. Буянова, О. Ф. Цаплина

ЭКСТРАКЦИЯ ФОРМАЛЬДЕГИДА ИЗ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ ВОДОЙ И СПИРТАМИ

Аннотация. Изучена экстракция формальдегида из полимерных материалов водой, этанолом и пропанолом-1. Показано, что формальдегид наиболее эффективно экстрагируется пропанолом, причем эффективность прямой экстракции и экстракции в аппарате Сокслета приблизительно одинаковы.

Ключевые слова: экстракция, формальдегид, полистирол, полипропилен, каучук, 2,4-динитрофенилгидразин.

В различных отраслях промышленности и народного хозяйства широко используются полимерные материалы. На их основе производятся бытовые изделия, пластиковая посуда, строительные материалы, игрушки. Все шире начинают использовать медикаменты на основе полимеров. В настоящее время в повседневной жизни человека широкое применение находят полиэтилен, полипропилен, полистирол, каучуки и др. В состав пластиков входят технологические добавки, обеспечивающие устойчивость и необходимые эксплуатационные свойства материалов. Данные вещества могут представлять опасность для окружающей среды и здоровья человека. Так, например, они могут экстрагироваться из емкостей, изготовленных из полимерных материалов, при хранении пищевых продуктов, лекарств, косметических средств. Увеличение интенсивности процессов миграции происходит при старении полимерного материала, которое сопровождается его деструкцией [1].

При контроле мигрирующих соединений из полимерных материалов особое внимание следует уделять формальдегиду, известному токсину и канцерогену. В настоящее время введены санитарные нормы, которые определяют допустимые количества миграции (ДКМ) химических соединений, выделяющихся из полимерных тел. Количественное содержание формальдегида в исследуемых средах не должно превышать установленных значений допустимых количеств миграции, которые составляют 0,100 мг/л [2]. В связи с этим актуальным является совершенствование методик количественного определения формальдегида в жидких средах. В количественном функциональном анализе органических соединений применяют 2,4-динитрофенилгидразин (2,4-ДНФГ) [3]. Известны методики гравиметрического и хроматографического определения карбонильных соединений с применением 2,4-динитрофенилгидразина [4, 5]. Несмотря на удобство и универсальность гравиметрии и хроматографии, колориметрические методы достаточно широко распространены, поскольку в достаточной степени чувствительны и позволяют определить соединение в концентрации 10^{-7}–10^{-4} моль/л, экспрессны и не требуют существенных затрат [6]. Целью нашей работы является извлечение формальдегида из полимерных материалов методами прямой экстракции и непрерывной экстракции в аппарате Сокслета и его количественное определение спектрофотометрическим методом с применением 2,4-динитрофенилгидразина. Данная работа позволит оценить возможность миграции химических соединений из полимерных тел на примере формальдегида и дать оценку безопасности использования исследуемых материалов.

При проведении эксперимента нами были использованы следующие реактивы: 2,4-динитрофенилгидразин (х.ч., Acros Organics), этиловый спирт 95 %, формалин, твердый гидроксид натрия (ч.д.а.), концентрированная соляная кислота (х.ч.),

дистиллированная вода. Спирт очищали перегонкой для удаления примесей карбонильных соединений. В качестве исследуемых образцов были взяты мелко нарезанный стаканчик из-под йогурта (полистирол), мелко нарезанная емкость для хранения посуды (полипропилен) и резиночки для плетения браслетов (каучук).

Экстракцию формальдегида проводили двумя методами. Прямая экстракция осуществлялась путем прямого вымачивания исследуемого образца в экстрагенте. Навеска исследуемого образца массой 1 г помещалась в склянку с притертой пробкой и заливалась 20 мл растворителя. Для экстракции были взяты экстрагенты с различной диэлектрической проницаемостью ε: вода (ε = 80,4), этиловый спирт (ε = 24,3), пропиловый спирт (ε = 20,1). Эффективность прямой экстракции оценивали спустя 1 ч, 2 ч, 24 ч и 72 ч. Для проведения непрерывной экстракции исследуемый образец массой 2 г упаковывали в бумажный патрон, который помещали в аппарат Сокслета [6]. В круглодонную колбу помещали 200 мл экстрагента. Экстракцию проводили в течение 8 ч, брали на анализ пробы после первого слива из сифона, приблизительно через 40 мин после закипания и по окончании экстрагирования.

Эффективность экстракции оценивали по содержанию бензальдегида в полученной пробе, которое определяли реакцией с 2,4-ДНФГ с образованием соответствующего гидразона, при добавлении щелочи окрашивающегося в винно-красный цвет (табл. 1) [7, 8].

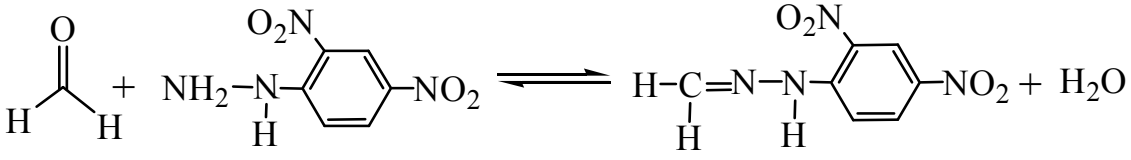
Таблица 1

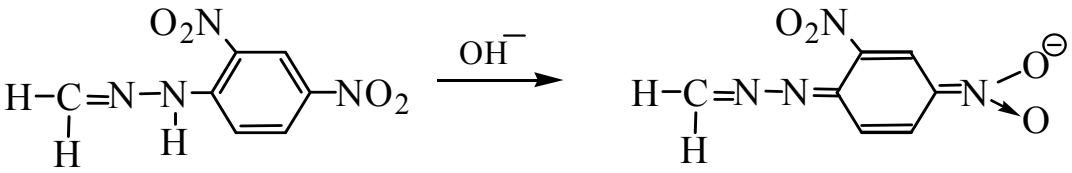
Общая схема приготовления фотометрируемых образцов растворов 2,4-динитрофенилгидразона формальдегида

Опыт	Контроль
2 мл рабочего раствора CH_2O	2 мл этилового спирта
2 мл раствора 2,4-динитрофенилгидразина	
Выдерживание 30 минут	
2 мл дистиллированной воды	
2 мл спиртового раствора NaOH	
Доведение объема раствора этанолом до метки в колбе на 25 мл	
Снятие спектра после выдерживания 10 минут	

Для приготовления рабочего раствора 0,050 г кристаллического 2,4-ДНФГ растворяли в 25 мл этилового спирта, содержащего 8 мл концентрированной соляной кислоты и 50 мл воды. Стандартные растворы формальдегида готовили, взвешивая на аналитических весах Axis AGN 200 0,050 г формалина. Навеску количественно переносили в мерную колбу на 25 мл, растворяли и доводили до метки этиловым спиртом. Стандартный раствор формальдегида был разбавлен в 2,5 раза и 25 раз для построения градуировочного графика. Содержание формальдегида в торговом препарате определяли йодометрически по Ромейну [5]. Спектры поглощения приготовленных растворов регистрировали на спектрофотометре Specord 40. Обработку спектральных данных проводили с помощью Microsoft Excel 2010.

Формальдегид реагирует с 2,4-динитрофенилгидразином в щелочной среде по следующей схеме:





Для проведения количественного спектрофотометрического определения формальдегида в экстрактах был построен калибровочный график зависимости оптической плотности от концентрации растворов формальдегида. Спектры поглощения растворов 2,4-динитрофенилгидразонов с разной исходной концентрацией формальдегида имели следующий вид:

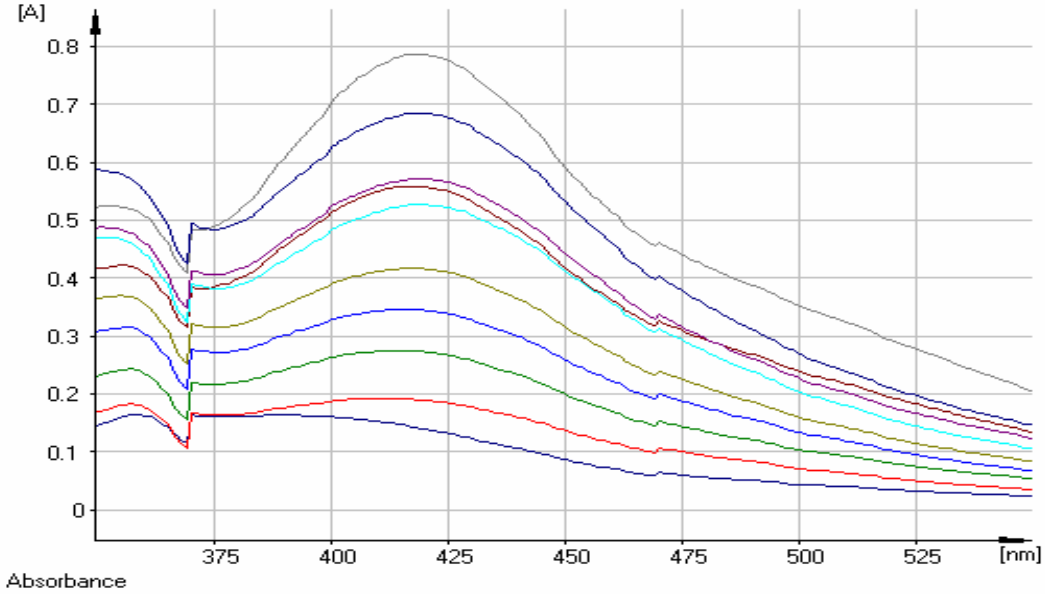


Рис. 1. Спектры поглощения растворов 2,4-динитрофенилгидразонов с различными концентрациями формальдегида

В табл. 2 приведены концентрации градуировочных образцов и соответствующие значения оптических плотностей фотометрируемых растворов.

Таблица 2

Концентрации формальдегида в градуировочных образцах и соответствующие значения оптических плотностей

№ р-ра	Концентрация формальдегида, моль/л	Оптическая плотность при 480 нм
1	$8{,}24 \cdot 10^{-6}$	0,0561
2	$1{,}65 \cdot 10^{-5}$	0,0935
3	$2{,}48 \cdot 10^{-5}$	0,1345
4	$3{,}30 \cdot 10^{-5}$	0,1756
5	$4{,}12 \cdot 10^{-5}$	0,2101
6	$5{,}76 \cdot 10^{-5}$	0,2729
7	$6{,}59 \cdot 10^{-5}$	0,2956
8	$8{,}24 \cdot 10^{-5}$	0,3537

Растворы 2,4-динитрофенилгидразона формальдегида имеют пики поглощения при 420 нм и 480 нм, характеризующиеся линейной зависимостью оптической плотности от концентрации. Градуировочный график при 480 нм имел следующий вид (рис. 2):

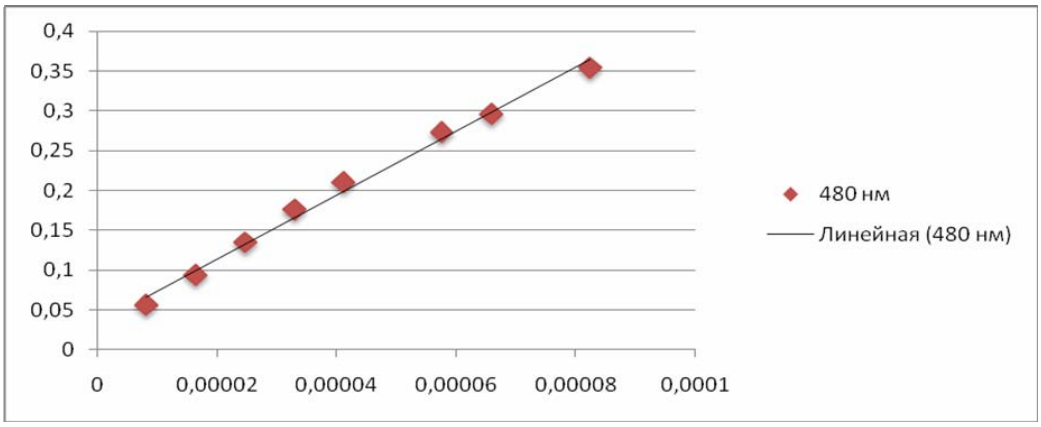


Рис. 2. Зависимость оптической плотности раствора 2,4-динитрофенилгидразона от концентрации формальдегида при 480 нм

Уравнение регрессии:

$$A = 4021{,}8C + 0{,}0333 \quad (1)$$

Отсюда концентрацию можно найти по следующей формуле:

$$C = \frac{A - 0{,}0333}{4021{,}8}. \quad (2)$$

Полимерная тара широко используется для хранения пищевых продуктов, косметических средств, медикаментов и т.д. Чаще всего контакт полимерных материалов происходит с водой, спиртовой продукцией и малополярными органическими веществами, поэтому для извлечения формальдегида из исследуемых нами объектов в качестве экстрагентов были выбраны вода, этиловый спирт и пропиловый спирт, обладающие меньшей диэлектрической проницаемостью по сравнению с этанолом. В табл. 3–5 представлены результаты количественного определения формальдегида в экстрактах.

Таблица 3

Результаты количественного определения формальдегида в экстрактах из бензальдегида

Время экстракции	Концентрация формальдегида в полученных экстрактах, моль/л		
	Вода	Этанол	Пропанол
Прямая экстракция			
1 ч	0	0	$1{,}34 \cdot 10^{-4}$
2 ч	0	$3{,}03 \cdot 10^{-5}$	$1{,}52 \cdot 10^{-4}$
24 ч	0	$1{,}07 \cdot 10^{-5}$	$1{,}45 \cdot 10^{-4}$
72 ч	0	$1{,}33 \cdot 10^{-5}$	$1{,}66 \cdot 10^{-4}$
Непрерывная экстракция			
40 мин	$1{,}12 \cdot 10^{-6}$	$2{,}05 \cdot 10^{-5}$	$1{,}30 \cdot 10^{-4}$
8 ч	0	$7{,}93 \cdot 10^{-6}$	$0{,}92 \cdot 10^{-4}$

Таблица 4

Результаты количественного определения формальдегида в экстрактах из полипропилена

Время экстракции	Концентрация формальдегида в полученных экстрактах, моль/л		
	Вода	Этанол	Пропанол
Прямая экстракция			
1 ч	0	0	$1{,}24 \cdot 10^{-4}$
2 ч	0	0	$1{,}20 \cdot 10^{-4}$
24 ч	0	0	$1{,}23 \cdot 10^{-4}$
72 ч	0	0	$1{,}01 \cdot 10^{-4}$
Непрерывная экстракция			
40 мин	0	$2{,}19 \cdot 10^{-6}$	$0{,}65 \cdot 10^{-4}$
8 ч	0	0	$0{,}47 \cdot 10^{-4}$

Таблица 5

Результаты количественного определения формальдегида в экстрактах из каучука

Время экстракции	Концентрация формальдегида в полученных экстрактах, моль/л		
	Вода	Этанол	Пропанол
Прямая экстракция			
1 ч	0	$4{,}55 \cdot 10^{-6}$	$1{,}29 \cdot 10^{-4}$
2 ч	0	$1{,}85 \cdot 10^{-5}$	$1{,}26 \cdot 10^{-4}$
24 ч	0	$5{,}74 \cdot 10^{-6}$	$1{,}30 \cdot 10^{-4}$
72 ч	0	$5{,}84 \cdot 10^{-6}$	$1{,}31 \cdot 10^{-4}$
Непрерывная экстракция			
40 мин	$2{,}23 \cdot 10^{-7}$	$1{,}67 \cdot 10^{-5}$	$1{,}63 \cdot 10^{-4}$
8 ч	0	0	$0{,}62 \cdot 10^{-4}$

Как видим, с наименьшей эффективностью протекала прямая экстракция формальдегида водой. Концентрации формальдегида в полученных экстрактах не могут быть определены, поскольку оптическая плотность полученных растворов выходит за пределы регрессионной зависимости.

Непрерывная экстракция применяется как более эффективный метод извлечения веществ из смесей. Увеличению эффективности способствует, с одной стороны, многократный контакт извлекаемого вещества с чистым экстрагентом, с другой – повышение температуры экстракции до температуры кипения растворителя. Однако в случае извлечения термически нестойких веществ нагревание может способствовать увеличению скорости разложения, окисления или других нежелательных процессов.

В ходе непрерывной экстракции водой спустя 40 мин после начала в окружающую среду из полистирола мигрировало $1{,}12 \cdot 10^{-6}$ моль/л формальдегида, из каучука – $2{,}23 \cdot 10^{-7}$ моль/л. Через 8 ч наблюдалось заметное снижение оптических плотностей растворов экстрактов, а, соответственно, и концентраций определяемого вещества. По причине выхода оптической плотности данных растворов за пределы регрессионной зависимости точную концентрацию формальдегида в пробах установить не удалось. Снижение экстракции формальдегида с течением времени может объясняться окислением или испарением формальдегида.

В ходе прямой экстракции этанолом максимальная концентрация в пробах отмечена спустя два часа после начала контакта полимера с растворителем, причем концентрация формальдегида в экстрактах из полипропилена ниже чувствительности выбранного нами метода. При непрерывной экстракции этиловым спиртом спустя 40 мин после начала в экстрактах из полистирола обнаружено $2{,}05 \cdot 10^{-5}$ моль/л формальдегида, из полипропилена – $2{,}19 \cdot 10^{-6}$ моль/л, из каучука – $1{,}67 \cdot 10^{-5}$ моль/л. Через 8 ч наблюдалось снижение концентрации формальдегида во всех экстрактах.

Прямая экстракция из исследуемых образцов пропиловым спиртом позволяет получить близкие по содержанию формальдегида растворы. Содержание исследуемого вещества в пропаноле на один-два порядка выше, чем в этаноле. В ходе непрерывной экстракции пропиловым спиртом спустя 40 мин после начала в экстрагент из полистирола мигрировало 1,30 · 10^{-4} моль/л формальдегида, из полипропилена – 0,65 · 10^{-4} моль/л, из каучука – 1,63·10^{-4} моль/л. Спустя 8 ч наблюдали снижение концентрации формальдегида в пробах в 1,5–2,5 раза, что может объясняться увеличением скорости его окисления при длительном нагревании до температуры кипения растворителя. Эффективность прямой экстракции в данном случае оказалась сопоставимой с таковой в аппарате Сокслета.

Таким образом, в нашей работе были предприняты попытки извлечения формальдегида из полистирола, полипропилена и каучука водой, этиловым и пропиловым спиртами. Формальдегид экстрагировался в количествах, недоступных для определения спектрофотометрическим методом, из полипропилена водой и этиловым спиртом методом прямой экстракции. Эффективность прямой экстракции в нашем эксперименте была сопоставимой с таковой после однократного контакта полимера с экстрагентом при непрерывной экстракции. Анализируя результаты эксперимента спустя 24 ч, 72 ч для прямой и 8 ч для непрерывной экстракции можно заключить, что метод прямой экстракции оказался более эффективным по сравнению с методом непрерывной экстракции, на что указывает бóльшая миграция формальдегида в растворитель.

Наибольшая миграция формальдегида происходила из полистирола. Данный материал обладает высокой способностью к окислительной деструкции благодаря образованию на промежуточной стадии устойчивого бензильного радикала. Образующийся при деструкции полистирола стирол окисляется кислородом воздуха с образованием бензальдегида и формальдегида. Образующиеся продукты деструкции могут накапливаться в полистироле и экстрагироваться в среды, контактирующие с ним.

Из полипропилена выделялось наименьшее количество формальдегида, он более устойчив к действию окислителей, что делает данный материал более безопасным в отношении выделения альдегидов в окружающую среду. Изделия из полипропилена разрешены для контакта с различными пищевыми продуктами. Полипропилен обладает высокой стойкостью к действию кислот, щелочей, водных растворов, содержит минимальные количества пластификаторов [2]. Его потенциальная опасность связана с наличием в них продуктов деструкции, образование которых связано с высокими температурами и длительным временем эксплуатации. Миграция примесей может усиливаться при контакте с жидкими средами, жировыми пищевыми продуктами [6].

Выше было сказано, что допустимое количество миграции для формальдегида составляет 0,100 мг/л, или 0,33 · 10^{-5} моль/л [2]. ДКМ не превышены во всех исследуемых нами водных экстрактах. Этанол экстрагировал формальдегид из полистирола и каучука в концентрациях, превышающих допустимые, пропанол – из всех изученных полимеров. Наиболее эффективным экстрагентом для формальдегида оказался пропиловый спирт. Это объясняется тем, что пропанол имеет наиболее близкое значение диэлектрической проницаемости по отношению к формальдегиду (ε = 6,4–6,9). Можно сделать предположение о том, что контакт исследуемых полимерных материалов с малополярными органическими веществами может вызвать миграцию низкомолекулярных примесей из данных материалов в окружающую среду. В связи с этим мы не рекомендуем длительно хранить спиртосодержащую и жировую продукцию в таре, изготовленной из исследуемых нами материалов, а также исключить их длительный контакт с кожными покровами.

В связи с большой распространенностью полимерной тары, предметов обихода и т.д. отсутствие экспрессных и доступных методов анализа окружающих объектов делает

нашу работу актуальной. Метод экстракции позволяет оценить общую картину миграции примесных соединений из полимеров. Предложенная методика спектрофотометрического определения карбонильных соединений с применением 2,4-динитрофенилгидразина может быть использована для количественного определения формальдегида в водных и спиртовых растворах. Осуществляя подбор экстрагентов и условий экстракции, можно расширить спектр выделяемых веществ и перечень анализируемых полимеров.

Библиографический список

1. Рэнби, Б. Фотодеструкция, фотоокисление, фотостабилизация полимеров / Б. Рэнби, Я. Рабек. – М. : Мир, 1978. – 647 с.

2. Предельно допустимые количества химических веществ, выделяющихся из материалов, контактирующих с пищевыми продуктами: Гигиенические нормативы. – М. : Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2000. – 55 с.

3. Structural and optical characterization studies on 2,4-dinitrophenylhydrazine single crystal / T. Uma Devi, N. Lawrenceb, R. Ramesh Babuc, K. Ramamurthic, G. Bhagavannarayanad // J. of Minerals & Materials Characterization & Engineering. – 2010. – Vol. 9, № 4. – P. 321–330.

4. Полюдек-Фабини, Р. Органический анализ / Р. Полюдек-Фабини, Т. Бейрих. – СПб. : Химия, 1981. – 115 с.

5. Критчфилд, Ф. Анализ основных функциональных групп в органических соединениях / Ф. Критчфилд. – М. : Мир, 1965. – 208 с.

6. Прикладной химический анализ: практическое руководство / под ред. Т. Н. Шеховцовой. – М. : МГУ, 2010. – 456 с.

7. Волкова, Н. В. Экстракция и количественное определение бензальдегида в полистироле / Н. В. Волкова, А. Н. Вернигора, Д. П. Мартынов, К. И. Рожков // Вестник Пензенского государственного университета. – 2016. – № 4. – С. 53–60.

8. Волкова, Н. В. Спектрофотометрическое определение 2-фуральдегида с использованием 2,4-динитрофенилгидразина / Н. В. Волкова, А. Н. Вернигора, А. В. Фролов // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Естественные науки. – 2017. – № 4. – С. 105–115.

9. Малкин, А. Я. Полистирол. Физико-химические основы получения и переработки / А. Я. Малкин, С. А. Вольфсон, В. И. Кулезнев. – М. : Химия, 1975. – 288 с.

Волкова Наталия Валентиновна, кандидат биологических наук, доцент, заведующий кафедрой «Химия и теория и методика обучения химии», Пензенский государственный университет.
E-mail: balikovan@mail.ru

Вернигора Александр Николаевич, кандидат биологических наук, доцент, кафедра «Химия и теория и методика обучения химии», Пензенский государственный университет.
E-mail: vanvan7@yandex.ru

Буянова Елизавета Владимировна, студентка, Пензенский государственный университет.
E-mail: buyanova.liza@yandex.ru

Цаплина Оксана Федоровна, студентка, Пензенский государственный университет.
E-mail: belajaliliya@yandex.ru

УДК 543.4/8
Волкова, Н. В.
Экстракция формальдегида из полимерных материалов водой и спиртами / Н. В. Волкова, А. Н. Вернигора, Е. В. Буянова, О. Ф. Цаплина // Вестник Пензенского государственного университета. – 2018. – № 3 (23). – С. 75–81.

ТЕХНИКА, ТЕХНОЛОГИЯ, УПРАВЛЕНИЕ

УДК 621.01:691-419.8

Д. В. Козлов, И. С. Лось

РАСЧЕТ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА СИСТЕМЫ ТИТАН-АЛЮМИНИЙ С ИНТЕРМЕТАЛЛИЧЕСКИМ УПРОЧНЕНИЕМ

Аннотация. Выполнено компьютерное моделирование композиционного материала системы титан-алюминий с интерметаллическим упрочнением в условиях статического нагружения с применением пакета прикладных программ *ANSYS*. Напряжения в армированном композите в упругой области близки к напряжениям в слоистом материале.

Ключевые слова: многослойные материалы, интерметаллиды, армирование, метод конечных элементов.

Введение

Одной из актуальных задач материаловедения является задача разработки композиционных материалов, сочетающих высокие показатели прочности, пластичности и вязкости, на основе легких сплавов. Наиболее перспективный путь решения указанной проблемы заключается в разработке слоистых композиционных высокопрочных материалов на основе сплавов титана и алюминия. Известно, что механизм разрушения композиционных материалов в значительной мере отличается от механизма разрушения монометаллов, что связано со сложной конфигурацией и различием свойств компонентов композитов [1]. В монометаллических материалах разрушение происходит по вязкому или хрупкому механизмам в зависимости от состава и структуры. В слоистых материалах распространению трещины препятствуют границы раздела слоев. Снижение скорости распространения трещины достигается за счет наличия в структуре слоев с различными показателями вязкости. При статическом и динамическом воздействии на границах раздела наблюдается локальное расслоение, характер которого зависит от условий нагружения, свойств и толщины слоев композита [1–3].

Достижение высокой прочности слоистых композитов на основе легких сплавов – титана, алюминия, магния – обеспечивается подбором материалов слоев из металлов, образующих интерметаллиды, и применением комплексной технологии, которая включает этапы соединения слоев, формообразования и термического воздействия. В результате формируется структура со сплошными упрочняющими интерметаллическими слоями. Однако полученные материалы характеризуются невысокой вязкостью [4].

Разработан композиционный материал, содержащий три слоя «титан + алюминий + + титан», в котором внутренний слой из алюминия имеет перфорацию. Соединение слоев достигается сваркой взрывом. За счет перфорации получается гибрид – слоистый армированный композит, в котором создаются условия для синтеза упрочняющих интерметаллических элементов в виде локальных образований [5]. Таким образом, часть поперечного сечения композита содержит три слоя, а часть – соединение «титан + титан». На свойства разработанного материала влияют многие факторы: толщина слоев титана и алюминия, размеры, форма и геометрия расположения отверстий в перфорированном листе, толщина и состав слоя интерметаллических элементов.

В этих условиях эффективным методом изучения особенностей поведения разработанного композиционного материала при статическом и динамическом нагружении является компьютерное моделирование. Варьирование параметров моделирования – таких, как состав, геометрические размеры слоев и упрочняющих элементов, скорости и диапазон нагружения – позволяет осуществлять поиск рациональных решений с наименьшими затратами.

Целью настоящей работы является изучение напряженно-деформированного состояния в упругой области разработанного композиционного материала системы титан-алюминий с локальными интерметаллическими элементами в сравнении со слоистым материалом со сплошным интерметаллическим слоем.

Материалы и методы

По технологии сварки взрывом сварены листовые полуфабрикаты из титана марки ВТ1-0 толщиной 2 мм и алюминиевого сплава марки АМг5М толщиной 1 мм. Использована схема с параллельным расположением элементов. Перфорация в среднем листе имела шахматное расположение в виде отверстий диаметром 10 мм и межосевым расстоянием 20 мм [6, 7]. Такая конфигурация в наибольшей степени обеспечивала перераспределение внутренних напряжений и создание условий для анизотропии свойств. На рис. 1 показана макроструктура композиционного материала в поперечном направлении после сварки взрывом.

Рис. 1. Макроструктура композиционного материала:
1 – титан ВТ1-0; *2* – алюминий АМг5М

Методом рентгеноспектрального анализа установлено, что при термическом воздействии на межслойной границе ВТ1-0 + АМг5М формируется преимущественно соединение $TiAl_3$ в виде слоя толщиной 90–100 мкм [8].

В табл. 1 представлены физико-механические характеристики компонентов композиционного материала [3].

Таблица 1

Физико-механические характеристики компонентов

Материал	Временное сопротивление $\sigma_в$, МПа	Предел текучести $\sigma_т$, МПа	Модуль упругости *E*, ГПа	Коэффициент Пуассона μ	Плотность ρ, кг/м³
ВТ1-0	345,0	220,0	105,0	0,34	4510
АМг5М	275,0	205,0	70,0	0,33	2690
$TiAl_3$	1200,0	980,0	235,0	0,17	3300

Расчет напряженно-деформированного состояния композиционных материалов осуществляли в программном комплексе *ANSYS* с применением решателя *Mechanical APDL*. В *ANSYS* используется модульная интерактивная среда *Workbench*. Основной функцией данной подсистемы является упрощение и ускорение постановки и решения задачи за счет унификации модулей, таких, как *Mechanical APDL*, *LS-DYNA*, *Autodyn*. Это

позволяет производить расчеты механики твердого тела с учетом нелинейности свойств материалов, пластичности и контактного взаимодействия, решать задачи нелинейных динамических процессов в одной платформе [9].

Для построения моделей слоистого армированного и слоистого материалов использовали метод конечных элементов. Расчет выполняли со следующими допущениями:

– задача решается в двумерной проекции;
– поведение материалов ограничивается упругой областью;
– геометрия материала с локальным расположением интерметаллидов упрощена;
– гравитация отсутствует;
– критерии разрушения отсутствуют;
– присутствует только интерметаллид $TiAl_3$;
– температурные эффекты не учитываются.

На рис. 2, 3 представлена геометрия образцов с локальным расположением интерметаллидов и со сплошным слоем интерметаллидов соответственно.

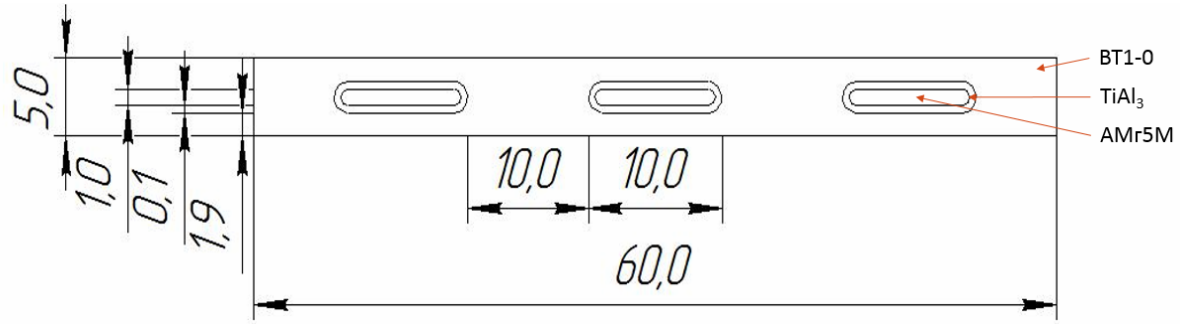


Рис. 2. Геометрия образца с локальным расположением интерметаллидов

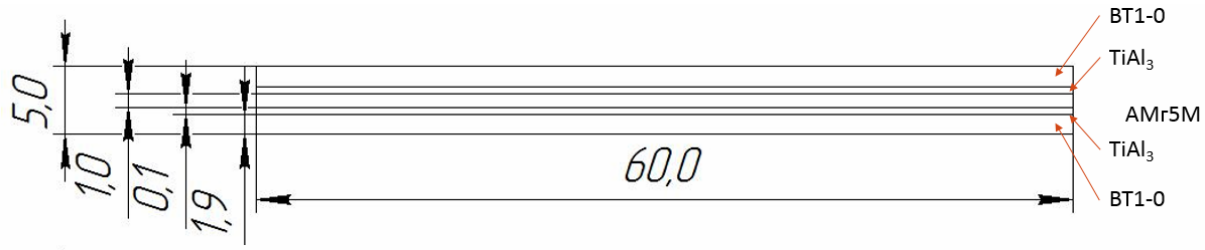


Рис. 3. Геометрия образца со сплошным расположением интерметаллидов

Сетки для образцов обоих видов имели следующие размеры: в зонах сплавов ВТ1-0 и АМг5М размер элемента составлял 0,1 мм, в зоне интерметаллидов – 0,0125 мм. Количество узлов модели образца с локальным расположением интерметаллидов составляло 129800, модели образца со сплошным расположением интерметаллидов – 202300.

Результаты и обсуждение

Нагружение образцов длиной 60 мм проводили путем приложения сосредоточенной нагрузки по центру. Образцы имели шарнирное закрепление. На рис. 4 представлена схема нагружения образцов. Критерием выбора абсолютного значения нагрузки являлось достижение напряжений, сопоставимых с пределом текучести в основном элементе композиционных материалов – сплаве ВТ1-0. Предварительные расчеты проводили при варьировании нагрузки в диапазоне 10–12 МПа.

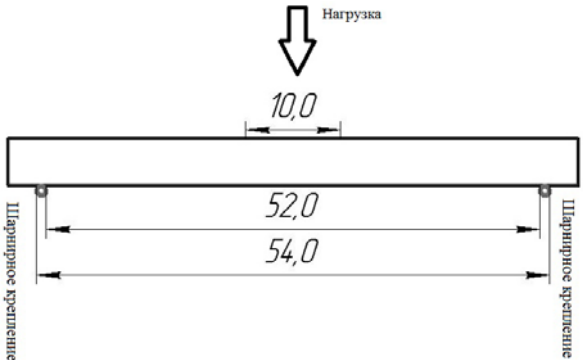


Рис. 4. Схема нагружения образца

В результате расчетов получены эпюры распределения напряжений и общего перемещения при нагрузке 11 МПа, представленные на рис. 5–8. На рис. 5, 6 приведены эпюры общего перемещения образцов с локальным расположением интерметаллидов и со сплошным расположением интерметаллидов соответственно. На рис. 7, 8 представлены эпюры распределения эквивалентных напряжений в указанных образцах.

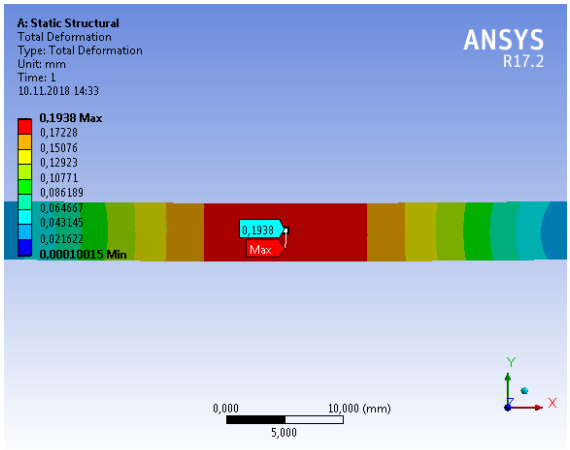


Рис. 5. Эпюра распределения общего перемещения образца
с локальным расположением интерметаллидов

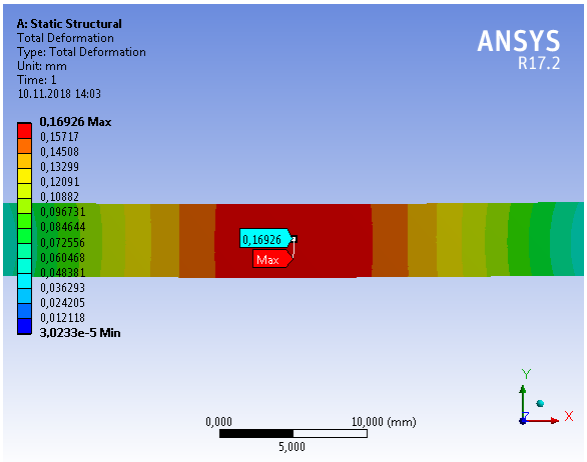


Рис. 6. Эпюра распределения общего перемещения образца
со сплошным расположением интерметаллидов

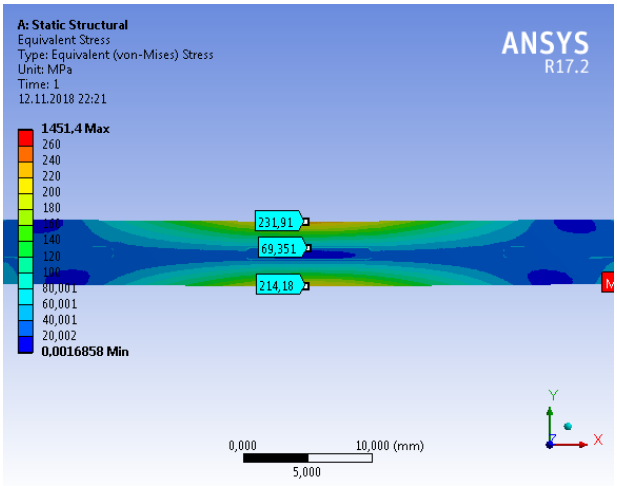


Рис. 7. Эпюра распределения эквивалентных напряжений
в образце с локальным расположением интерметаллидов

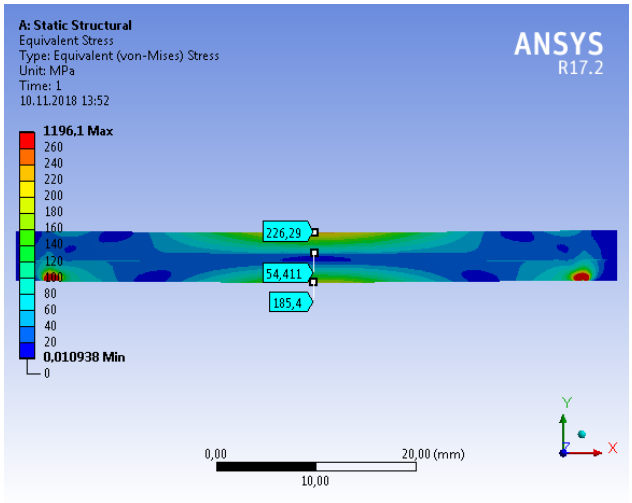


Рис. 8. Эпюра распределения эквивалентных напряжений
в образце со сплошным расположением интерметаллидов

Анализ эпюр образцов с локальным и со сплошным расположением интерметаллидов показал, что максимальные перемещения (общий прогиб) в обоих образцах наблюдались в зоне приложения нагрузки. При этом перемещения в образце с локальным расположением интерметаллидов (общий прогиб) – на 15 % выше. Сравнение эпюр эквивалентных напряжений позволило сделать вывод о том, что при приложении нагрузки в зонах сжатия и растяжения достигались напряжения, сопоставимые с пределом текучести сплава ВТ1-0 (220 МПа). Так, эквивалентные напряжения в зонах сжатия образцов с локальным и со сплошным расположением интерметаллидов составили 231,9 МПа и 226,6 МПа соответственно. Расхождение значений не превышало 16 %.

В целом эпюры эквивалентных напряжений и общих перемещений весьма схожи, что объясняется близким поведением материалов в упругой области. Дальнейшее исследование напряженно-деформированного состояния должно включать расчет напряженно-деформированного состояния в области пластической деформации.

Выводы

Построены модели композиционных слоистых материалов с локальным и сплошным расположением интерметаллидов с применением программного комплекса *ANSYS*. Выполнены расчеты напряженно-деформированного состояния в упругой области для обоих материалов. Установлено, что сплошность упрочняющей интерметаллической прослойки незначительно влияет на значения эквивалентных напряжений и общих перемещений.

Сформулирована задача дальнейшего этапа исследований – изучение поведения композиционных слоистых материалов с локальным и сплошным расположением интерметаллидов при нелинейном поведении материалов в условиях статического и динамического нагружения.

Авторы статьи выражают благодарность д.т.н., профессору, заведующему кафедрой «Теоретическая и прикладная механика и графика» Муйземнеку А. Ю.

Библиографический список

1. Kenneth, S. V. Synthetic Multifunctional Metallic-Intermetallic Laminate Composites / S. V. Kenneth // JOM. – Vol. 57 (3). – UC San Diego 2005-03-01. – P. 25–31.

2. Nesvadba, P. Explosive welding for preparation of multilayer materials. Shock-assisted synthesis and modification of materials / P. Nesvadba. – Moscow : TORUS PRESS Ltd, 2006. – P. 82–92.

3. Павлюкова, Д. В. Структура и механические свойства слоистых материалов на основе титана и алюминия по технологии сварки взрывом и дополнительной термической обработки : автореф. дис. … канд. техн. наук / Павлюкова Д. В. – Новосибирск, 2011. – 20 с.

4. Трыков, Ю. П. Слоистые композиты на основе алюминия и его сплавов / Ю. П. Трыков, Л. М. Гуревич, В. Г. Шморгунов. – М. : Металлургиздат, 2004. – 230 с.

5. Пат. 2522505 Российская Федерация, МКИ B32B7/04, B32B15/0, B23K20/08. Способ получения композиционного материала / Розен А. Е., Крюков Д. Б., Кирин Е. М., Гуськов М. С., Хорин А. В., Усатый С. Г., Любомирова Н. А. ; заявитель и патентообладатель: общество с ограниченной ответственностью Инженерно-технологический центр «Сварка». – Дата поступл.: 26.04.2013 ; дата регистрации: 20.05.2014.

6. Крюков, Д. Б. Особенности новых схем армирования композиционных материалов с интерметаллическим упрочнением / Д. Б. Крюков, А. О. Кривенков, С. Н. Чугунов, Д. В. Козлов // Известия Волгоградского ГТУ. – 2016. – № 10 (189). – С. 72–75.

7. Первухин, Л. Б. Металлические композиционные материалы, армированные интерметаллическими упрочняющими элементами / Л. Б. Первухин, А. Е. Розен, Д. Б. Крюков, А. О. Кривенков, С. Н. Чугунов // Металлург. –2015. – № 10. – С. 74–77.

8. Гуськов, М. С. Создание высокопрочного композиционного материала титан-алюминий с перфорированным интерметаллическим слоем и оксидо-керамическим покрытием : дис. … канд. техн. наук : 05.16.09 / Гуськов М. С. – Пенза, 2015. – 151 с.

9. Программные продукты ANSYS. – URL: https://www.cadfem-cis.ru

Козлов Дмитрий Вячеславович, магистрант, Пензенский государственный университет.
E-mail: kozlovdiman_je@yahoo.com

Лось Ирина Сергеевна, кандидат технических наук, доцент, кафедра «Сварочное, литейное производство и материаловедение», Пензенский государственный университет.
E-mail: silverelk@yandex.ru

УДК 621.01:691-419.8

Козлов, Д. В.

Расчет напряженно-деформированного состояния композиционного материала системы титан-алюминий с интерметаллическим упрочнением / Д. В. Козлов, И. С. Лось // Вестник Пензенского государственного университета. – 2018. – № 3 (23). – С. 82–87.

Вестник
Пензенского государственного университета

Научный журнал

Тематика журнала:
гуманитарные исследования; экономика, социология, право; медицина и здравоохранение; актуальные вопросы естествознания; техника, технология, управление

Цель журнала:
ознакомление общественности с результатами новейших фундаментальных и прикладных исследований ученых вуза и с достижениями научных школ ПГУ

Территория распространения:
Российская Федерация

Периодичность выхода – 4 раза в год

Учредитель:
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Пензенский государственный университет»

Свидетельство о регистрации средства массовой информации
ПИ № ФС77-49713 от 04.05.2012 выдано Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций

ГЛАВНАЯ РЕДАКЦИЯ

В. И. Волчихин, д.т.н., профессор, президент ПГУ (главный редактор);
И. И. Артемов, д.т.н., профессор, проректор по научной работе и инновационной деятельности ПГУ (заместитель главного редактора);
Ю. Л. Афанасьева, к.социол.н. (ответственный секретарь)

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

А. С. Бождай, д.т.н., профессор кафедры систем автоматизированного проектирования ПГУ;
В. В. Гошуляк, д.ю.н., д.и.н., профессор, декан юридического факультета ПГУ;
С. Н. Дорофеев, д.пед.н., профессор кафедры педагогики и психологии профессионального образования ПГУ;
О. В. Калмин, д.м.н., профессор, заведующий кафедрой анатомии человека ПГУ;
В. Ю. Карнишин, д.и.н., профессор, заведующий кафедрой истории Отечества, государства и права ПГУ;
Г. Б. Кошарная, д.социол.н., профессор, заведующий кафедрой социологии и управления персоналом ПГУ;
В. П. Кошарный, д.филос.н., профессор, заведующий кафедрой философии ПГУ;
В. Д. Кревчик, д.ф.-м.н., профессор, декан физико-математического факультета ПГУ;
Л. Н. Семеркова, д.э.н., профессор, заведующий кафедрой маркетинга, коммерции и сферы обслуживания ПГУ;
Ю. Г. Смирнов, д.ф.-м.н., профессор, заведующий кафедрой математики и суперкомпьютерного моделирования ПГУ

Адрес редакции:
Россия, 440026, г. Пенза, ул. Красная, 40
Пензенский государственный университет
Издательство
Тел./факс редакции: (8412) 36-84-87, 56-47-33
E-mail: vestnikpgu@mail.ru
Website: http://vestnik.pnzgu.ru

Перепечатка допускается только по согласованию с редакцией и ссылкой на журнал

Вестник
Пензенского государственного университета

Редактор *А. П. Федосова*
Компьютерная верстка *С. В. Денисовой*

Формат 60×84 1/8. Дата выхода в свет 18.02.2019.
Тираж 1000. Заказ № 813.
Цена свободная.

Издательство
Пензенского государственного университета
г. Пенза, ул. Красная, 40, тел.: (8412) 56-47-33