

МОЛОДОЙ

ISSN 2072-0297

УЧЁНЫЙ

ежемесячный научный журнал

ACTA
ERUDITORUM

ANNO M DC LXXXI

publicata,

POTENTISSIMO SEN
QUE PRINCIPI AC

DN. JOH

GEORG

S. R. IMPERII A
SCALLO & E

&c. &c.

DICATA

Cum S. Casarati

Clark Sax

Prostant apud J. GROSSN

Excusa typis G

$$v_x = \frac{v}{\sqrt{1+(y')^2}} = \frac{\sqrt{2gy}}{\sqrt{1+(y')^2}}$$

$$\frac{1}{\sqrt{2g}} \int_a^b \sqrt{1+(y')^2} dx$$

*Son esprit vit la vérité,
Et son cœur connaît la justice;
Il a fait l'honneur de la Suisse,
Et celui de l'humanité.*

10
2014
Часть I

ISSN 2072-0297

Молодой учёный

Ежемесячный научный журнал

№ 10 (69) / 2014

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Главный редактор: Ахметова Галия Дуфаровна, *доктор филологических наук*

Члены редакционной коллегии:

Ахметова Мария Николаевна, *доктор педагогических наук*

Иванова Юлия Валентиновна, *доктор философских наук*

Лактионов Константин Станиславович, *доктор биологических наук*

Сараева Надежда Михайловна, *доктор психологических наук*

Авдеюк Оксана Алексеевна, *кандидат технических наук*

Алиева Тарана Ибрагим кызы, *кандидат химических наук*

Ахметова Валерия Валерьевна, *кандидат медицинских наук*

Брезгин Вячеслав Сергеевич, *кандидат экономических наук*

Данилов Олег Евгеньевич, *кандидат педагогических наук*

Дёмин Александр Викторович, *кандидат биологических наук*

Дядюн Кристина Владимировна, *кандидат юридических наук*

Желнова Кристина Владимировна, *кандидат экономических наук*

Жуйкова Тамара Павловна, *кандидат педагогических наук*

Игнатова Мария Александровна, *кандидат искусствоведения*

Коварда Владимир Васильевич, *кандидат физико-математических наук*

Комогорцев Максим Геннадьевич, *кандидат технических наук*

Котляров Алексей Васильевич, *кандидат геолого-минералогических наук*

Кучерявенко Светлана Алексеевна, *кандидат экономических наук*

Лескова Екатерина Викторовна, *кандидат физико-математических наук*

Макеева Ирина Александровна, *кандидат педагогических наук*

Мусаева Ума Алиевна, *кандидат технических наук*

Насимов Мурат Орленбаевич, *кандидат политических наук*

Прончев Геннадий Борисович, *кандидат физико-математических наук*

Семахин Андрей Михайлович, *кандидат технических наук*

Сенюшкин Николай Сергеевич, *кандидат технических наук*

Ткаченко Ирина Георгиевна, *кандидат филологических наук*

Яхина Асия Сергеевна, *кандидат технических наук*

На обложке изображен Иоганн Бернулли (1667–1748) — швейцарский математик и механик, один из первых разработчиков математического анализа.

Статьи, поступающие в редакцию, рецензируются. За достоверность сведений, изложенных в статьях, ответственность несут авторы. Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов материалов. При перепечатке ссылка на журнал обязательна. Материалы публикуются в авторской редакции.

АДРЕС РЕДАКЦИИ:

420126, г. Казань, ул. Амирхана, 10а, а/я 231. E-mail: info@moluch.ru; <http://www.moluch.ru/>.

Учредитель и издатель: ООО «Издательство Молодой ученый»

Тираж 1000 экз.

Отпечатано в типографии «Конверс», г. Казань, ул. Сары Садыковой, д. 61

Журнал зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций.

Свидетельство о регистрации средства массовой информации ПИ № ФС77-38059 от 11 ноября 2009 г.

Журнал входит в систему РИНЦ (Российский индекс научного цитирования) на платформе elibrary.ru.

Журнал включен в международный каталог периодических изданий «Ulrich's Periodicals Directory».

Ответственные редакторы:

Кайнова Галина Анатольевна

Осянина Екатерина Игоревна

Международный редакционный совет:

Айрян Заруи Геворковна, *кандидат филологических наук, доцент (Армения)*

Арошидзе Паата Леонидович, *доктор экономических наук, ассоциированный профессор (Грузия)*

Атаев Загир Вагитович, *кандидат географических наук, профессор (Россия)*

Борисов Вячеслав Викторович, *доктор педагогических наук, профессор (Украина)*

Велковска Гена Цветкова, *доктор экономических наук, доцент (Болгария)*

Гайич Тамара, *доктор экономических наук (Сербия)*

Данатаров Агахан, *кандидат технических наук (Туркменистан)*

Данилов Александр Максимович, *доктор технических наук, профессор (Россия)*

Досманбетова Зейнегуль Рамазановна, *доктор философии (PhD) по филологическим наукам (Казахстан)*

Ешиев Абдыракман Молдоалиевич, *доктор медицинских наук, доцент, зав. отделением (Кыргызстан)*

Игисинов Нурбек Сагинбекович, *доктор медицинских наук, профессор (Казахстан)*

Кадыров Кутлуг-Бек Бекмурадович, *кандидат педагогических наук, заместитель директора (Узбекистан)*

Козырева Ольга Анатольевна, *кандидат педагогических наук, доцент (Россия)*

Лю Цзюань, *доктор филологических наук, профессор (Китай)*

Малес Людмила Владимировна, *доктор социологических наук, доцент (Украина)*

Нагервадзе Марина Алиевна, *доктор биологических наук, профессор (Грузия)*

Нурмамедли Фазиль Алигусейн оглы, *кандидат геолого-минералогических наук (Азербайджан)*

Прокопьев Николай Яковлевич, *доктор медицинских наук, профессор (Россия)*

Прокофьева Марина Анатольевна, *кандидат педагогических наук, доцент (Казахстан)*

Ребезов Максим Борисович, *доктор сельскохозяйственных наук, профессор (Россия)*

Сорока Юлия Георгиевна, *доктор социологических наук, доцент (Украина)*

Узаков Гулом Норбоевич, *кандидат технических наук, доцент (Узбекистан)*

Хоналиев Назарали Хоналиевич, *доктор экономических наук, старший научный сотрудник (Таджикистан)*

Хоссейни Амир, *доктор филологических наук (Иран)*

Шарипов Аскар Калиевич, *доктор экономических наук, доцент (Казахстан)*

Художник: Евгений Шишков

Верстка: Павел Бурьянов

СОДЕРЖАНИЕ

МАТЕМАТИКА

- Авезов А. Х.**
Исследование влияния соотношения сторон прямоугольного сопла на параметры диффузионного факела1
- Гасратова Н. А., Столбовая М. В., Неверова Е. Г., Бербер А. С.**
Математическая модель «ресурс-потребитель»..... 5
- Малафеев О. А., Бойцов Д. С., Рединских Н. Д., Неверова Е. Г.**
Компромисс и равновесие в моделях многоагентного управления в коррупционной сети социума14

ФИЗИКА

- Емельянов А. А., Кобзев А. В., Бочкарев Ю. П., Козлов А. М., Бесклеткин В. В., Авдеев А. С., Чернов М. В., Габзалилов Э. Ф.**
Моделирование системы АИН ШИМ — линейный асинхронный двигатель ($Z_1 = 18$) с классическим типом обмотки с нулевым проводом18
- Лашкова Н. А., Пермяков Н. В.**
Исследование полупроводниковых материалов методом микроскопии сопротивления растекания32
- Никулин С. С., Висков О. В., Попов А. Ю., Стромов Б. А.**
О регуляризации теплового процесса при неразрушающем контроле теплофизических свойств35
- Никулин С. С., Попов А. Ю., Висков О. В., Яцков Е. В.**
Определение температурных зависимостей теплопроводности эпоксидных связующих38

ХИМИЯ

- Бозорова Н. Х.**
Электронно-микроскопические исследования сополимеров42
- Мавлонов Б. А., Шарипов Ж. О., Фозилов С. Ф., Идиева Л. Б.**
Получение полимерных композиций на основе поливинилового спирта в качестве загустителя для печатных красок.....45
- Петрова И. В.**
Золь-гель технология силикатных и гибридных пленок — источников диффузии бора и гадолиния в кремний46
- Шмаль И. И., Иванов М. А.**
Расчет динамики накопления и кристаллизации соли в выпарном аппарате с переменными параметрами в спускной циркуляционной трубе.....54

ИНФОРМАТИКА

- Максименко А. П.**
Актуальность внедрения технологий электронного правительства в администрации г. Владивостока62

БИОЛОГИЯ

- Сатишур В. А.**
Влияние режимов анаэробного сбраживания органических отходов в биогазовой установке на жизнеспособность семян пастушьей сумки (*Capsella bursa pastoris*)64
- Харченко Э. Н.**
Очистка сточных вод на биологических очистных сооружениях г. Петров Вал..... 67

МЕДИЦИНА

- Белоконь С. А.**
Особенности наружного строения языка человека на поздних этапах внутриутробного развития 70
- Бердимуратова З. Т., Мамбетова Г. К.**
Совершенствование программы по планированию семьи в первичном звене здравоохранения 74
- Кельжанова М. К., Косыбаева К. К., Турсынбекова Н. К.**
Анализ и совершенствование системы качества медицинской помощи 77
- Матякубова С. А.**
Современные возможности профилактики гестационной гипертензии 80
- Мелдебекова С. У., Кельжанова М. К., Бегалиева Р. М.**
Значение аккредитации для оценки качества медицинских услуг 85
- Султанова Н. С.**
Обоснование необходимости исключительного грудного вскармливания в развитии познавательных способностей детей 87
- Холамов А. И.**
Создание морфометрической базы данных краниологических параметров внутреннего основания и свода черепа 90
- Чернуха С. Н.**
Особенности лечения атрофических гастритов у пациентов с недифференцированной дисплазией соединительной ткани 94

ВЕТЕРИНАРИЯ

- Тимченко О. В.**
Изучение патогенных свойств бактерий рода *Citrobacter*, выделенных из объектов подлежащих ветеринарному контролю 98

ГЕОГРАФИЯ

- Абдулжалимов А. А.**
Значение геоморфологических факторов в распределении высокогорных ландшафтов Дагестана 100
- Чертков П. В.**
К 175-летию Николая Михайловича Пржевальского 102

ГЕОЛОГИЯ

- Кошко А. А.**
Учет и разработка техногенных месторождений 106

ЭКОЛОГИЯ

- Исаев И. А.**
Виды негативного воздействия на окружающую среду и мероприятия по охране окружающей среды при строительстве (бурении) нефтегазоконденсатных скважин на севере Тюменской области (Ямало-Ненецкий автономный округ) 112

СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО

- Горелик Л. Ш., Горелик О. В., Ребезов М. Б.**
Мясная продуктивность бычков разных пород 117

МАТЕМАТИКА

Исследование влияния соотношения сторон прямоугольного сопла на параметры диффузионного факела

Авезов Алижон Хайруллаевич, преподаватель
Бухарский государственный университет (Узбекистан)

Турбулентное горение неперемешанных горючих газов, истекающих из прямоугольного сопла, находит широкое применение в самых различных областях техники — от обычных огнетехнических устройств ряда процессов химической технологии. В этом случае изучение их аэротермодинамических характеристик, с учетом кинетики процесса, представляет большой интерес. В тоже время детальное исследование горения неперемешанных газов, истекающих, из произвольного прямоугольного сопла практически отсутствует.

В рамках метода эквивалентной задачи теории теплопроводности расчет турбулентного диффузионного факела, истекающего из сопла прямоугольной формы, может дать удовлетворительные результаты, по-видимому, лишь в дальней области струи, где движение близко к осесимметричному [1].

В данной работе исследовано влияние соотношения сторон прямоугольного сопла (L) [3] и соотношение между исходными значениями скорости струи и спутного потока m_u , а также влияние начальных значений тангенциальной скорости ω на параметры факела.

Существенной особенностью спутного струйного движения является его неавтономность, поэтому исследование таких течений может быть проведено путем численного решения более полной исходной системы уравнений на основе приближенных методов расчета. Рассмотрим реагирующую струю, вытекающую из сопла прямоугольной формы размером $2a$ и $2b$ и распространяющуюся в спутном (затопленном) потоке воздуха. В качестве начала координат декартовой системы выберем центр начального сечения струи: ось OX , направленной вдоль струи, а оси OY и OZ параллельны сторонам сопла. Предположим, что течение симметрично относительно оси OX и плоскостей YOX , ZOX , которые образуют границу области интегрирования и которые позволяют рассматривать только одну четверть прямоугольной струи. В качестве горючего газа рассматривалась пропана-бутановая смесь, разбавленная инертным газом, а окислителем является воздух [3].

Параметры горючей струи и окислителя на срезе сопла задавались однородными и ступенчатыми значениями, а давления между собой равны.

Система дифференциальных уравнений, описывающая рассматриваемый процесс и граничные условия, метод решения аналогичны тем, которые приведены в работах [3÷4].

Рассматривалось диффузионное горение смеси пропана — бутана в воздухе со следующими исходными данными:

I. Зона окислителя: II. Зона горючего:

$$u_1 = 0(5; 10; 18; 25 \text{ м/с}); u_2 = 61 \text{ м/с};$$

$$T_1 = 300 \text{ К}; T_2 = 1200 \text{ К};$$

$$(C_1)_1 = 0,232; (C_2)_1 = 0; (C_1)_2 = 0; (C_2)_2 = 0,12;$$

$$(C_3)_1 = 0; (C_4)_1 = 0,768; (C_3)_2 = 0; (C_4)_2 = 0,88;$$

$$k_1 = \beta_1 u_1^2 \quad k_2 = \beta_2 u_2^2$$

$$\varepsilon_1 = \gamma_1 k_1^{3/2} \quad \varepsilon_2 = \gamma_2 k_2^{3/2}$$

$$P_1 = P_2 = P_{амм} = 1 \text{ атм}; Pr_T = Sc_T = 0,7;$$

Кроме того, набор эмпирических констант, входящих в « $k - \varepsilon$ » модели турбулентности брались такими, как в работе [5].

Некоторые численные результаты, касающиеся исследований влияния соотношения сторон прямоугольного сопла и спутности струи, т. е. параметра m_u , а также входных условий на параметры диффузионного горения, приведены в виде графиков на рисунках 1÷3.

Выявлены, что для сопла ($a : b$) = (1:2) конфигурации трехмерного турбулентного диффузионного факела при различных значениях режимного параметра m_u , $0 \leq m_u \leq 0,41$, что при $0 \leq m_u \leq 0,164$ длина факела увеличивается, а дальше, с увеличением m_u ($m_u \leq 0,41$) происходит укорачивание длины факела, что подтверждается экспериментальными материалами работы [1].

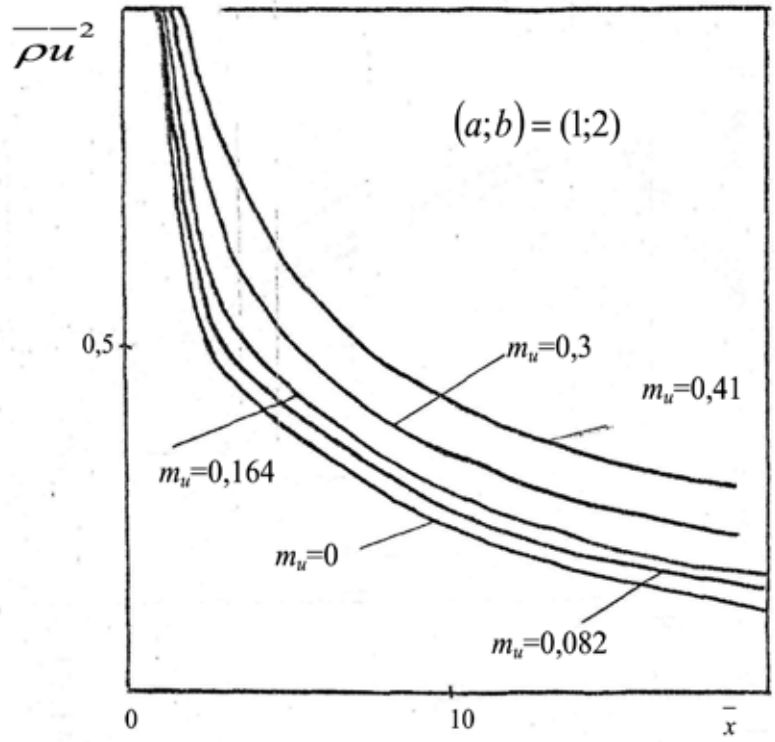


Рис. 1. Изменение плотности потока импульса вдоль оси факела при отношении сторон сопла (1; 2)

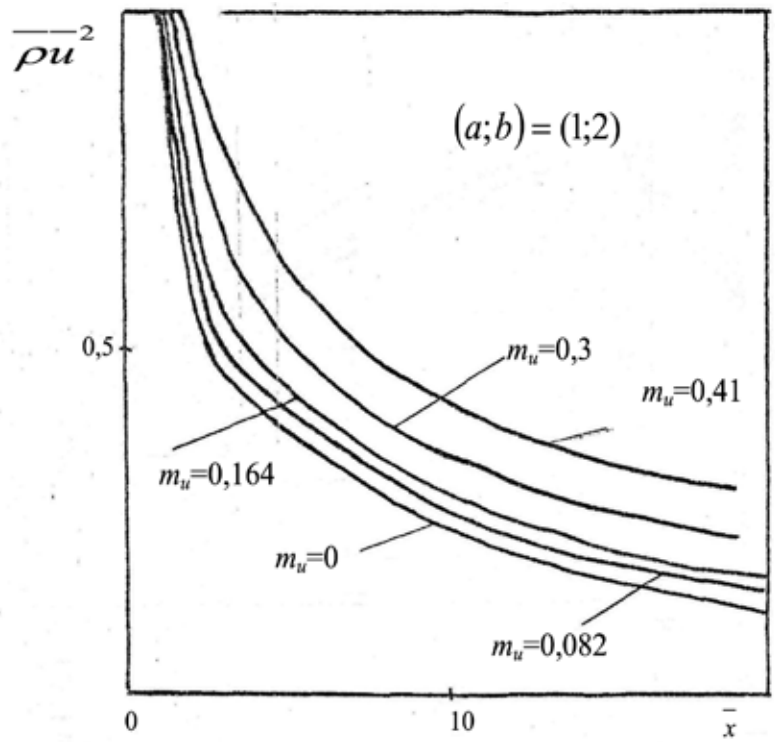


Рис. 2. Изменение кинетической энергии турбулентности в разных сечениях струи при

$m_u=0,082$ (—, - -) | $m_u=0,41$ (— — —, - - - -)

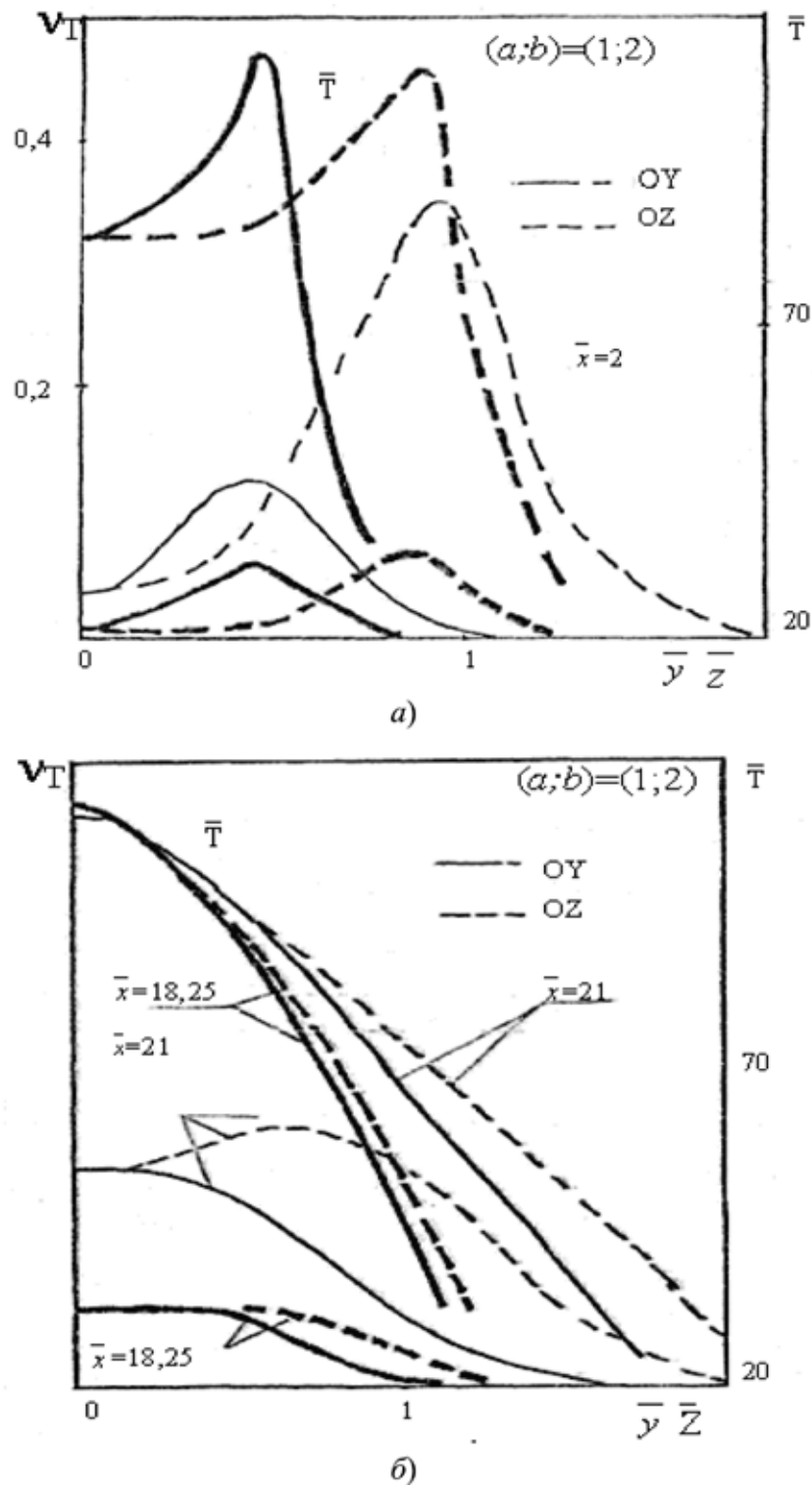


Рис. 3. Профили безразмерных температур и кинематической турбулентной вязкости в разных сечений струи при $m_u=0,082$ (—, - -) | $m_u=0,41$ (—, - -)

Увеличение параметра спутности m_u от нуля до 0,082 приводит к увеличению длины факела на один калибр от в выходного сечения сопла.

Обзор существующих литературных источников, особенно экспериментальных материалов, также подтверждает полученные нами результаты.

При распространении струи в затопленном потоке ширина зоны смещения наибольшая, а при увеличении спутности ширина зоны смещения становится уже, что приводит к быстрому затуханию продольной скорости (рис. 1). На рис. 2 в различных режимных параметрах m_u , приведены изменения кинетической энергии турбулентности

в разных сечениях струи, соответственно по осям OY (сплошная линия) и OZ (пунктирная линия, $m_u=0,082$), а жирные сплошная и пунктирная соответствуют при $m_u=0,41$. На рис. 3 в двух режимных параметрах m_u , приведены изменения коэффициента кинематической турбулентной вязкости и температуры в разных сечениях струи по осям OY (сплошная линия) и OZ (пунктирная линия при $m_u=0,082$), а жирные сплошные и пунктирные относятся к $m_u=0,41$.

Эти результаты показывают, что максимальному значению кинетической энергии турбулентности и температуры соответствует максимальное значение кинематической вязкости, кроме этого, эти максимумы, с удалением от устья сопла смещаются к оси пламени. Из приведенных поперечных распределений кинематического коэффициента турбулентной вязкости и кинетической энергии турбулентности, при спутности $m_u=0,082$, максимальное значение ν_T больше и шире смещения по сравнению с $m_u=0,41$. Это можно объяснить тем, что увеличение спутности потока сжимает струю основного потока и тем самым уменьшает максимальные значения этих параметров, спо-

собствуя удлинению дальнотойности струи. Кроме того, можно отметить, что при малых значениях параметра спутности ($m_u=0$; $m_u=0,082$) ширина зоны смешения температуры шире, чем при $m_u=0,41$ и спутность на максимальную температуру факела существенно не влияет.

Численно получено, что в случае соотношения сторон сопла ($a: b$) = (1:4), заданная тангенциальная скорость на устье сопла $|\omega_2|_{x=0}=6,1 \text{ м/с}$ приводит к уменьшению длины факела на 11%, в сравнении с ее значением, равным нулю.

Можно отметить, что при соотношении сторон (1:4) длина факела укорачивается примерно в три раза, в сравнении с соотношением сторон (1:1). Это может быть объяснено тем, что увеличение соотношения сторон сопла приводит к сильному влиянию градиента скорости, направленного вдоль потока на линейный масштаб турбулентности. Расчеты приведены до смыкания максимальной температуры по оси y и z на оси струи x .

Необходимо отметить, что влияние входного значения тангенциальной скорости на максимальное значение температуры факела существенно не влияет.

Литература:

1. Вулис, Л. А., Ярин Л. П. Аэродинамика факела. — Л.: Энергия. 1978., — 216 с.
2. Мак-Гирк Дж. Дж., РОДИ В. Расчет трехмерных турбулентных свободных струй. // В сб. Турбулентные сдвиговые течения. Т. 1. М.: Машиностроение, 1982, с. 72–88.
3. Ходжиев, С., Жумаев З. Ш., Пиримов А., Муминова З. А. Исследование трехмерных турбулентных струй реагирующего газа, истекающего из прямоугольного сопла и распространяющегося в спутном (затопленном) потоке воздуха при диффузионном горении. // Узбекский журнал Проблемы механики — 1993., №2., с. 28–33.
4. Ходжиев, С., Аvezов А. Х., Муродов Ш. Н. Численное моделирование трехмерных турбулентных струй реагирующих газов, истекающих из сопла прямоугольной формы, на основе алгебраической модели турбулентности. // Узбекский журнал Проблемы информатики и энергетики — 2007., №3.
5. Ходжиев, С., Аvezов А. Х., Муродов Ш. Н. Численное моделирование трехмерных турбулентных струй реагирующих газов, истекающих из сопла прямоугольной формы, на основе «К-ε» модели турбулентности. // Научный вестник Бухарского государственного университета — 2007., №3., с. 81–87.

Математическая модель «ресурс-потребитель»

Гасратова Наталья Александровна, кандидат физико-математических наук, ассистент;
 Столбовая Мария Владимировна, аспирант;
 Неверова Елена Георгиевна, студент;
 Бербер Александр Семенович, аспирант
 Санкт-Петербургский государственный университет

Формулируется математическая модель взаимодействия популяции и потребляемого ею трофического ресурса на отрезке, представляющая собой краевую задачу для системы двух нелинейных дифференциальных уравнений в частных производных. Исследуется на устойчивость стационарное решение для случая неограниченного ресурса. Доказана возможность существования автоволнового решения. Предлагается алгоритм численного решения нелинейной краевой задачи. Проведено исследование влияния различных параметров на поведение решений.

Ключевые слова: популяция, краевые задачи, математическое моделирование

Введение. Теоретические основы математической популяционной биологии закладывались в работах Лотка и Вольтерра [4, 5, 7, 36, 43, 59] в начале двадцатого века. Их последователями, начиная с 1960-х годов, разрабатывались и исследовались модели для описания динамики взаимодействующих популяций с отличными от вольтерровских кинетическими функциями [3, 8, 11, 20, 22, 42, 43, 59]. Большая часть моделей, представлена задачей Коши для системы обыкновенных дифференциальных уравнений. В основе таких моделей лежит предположение о гомогенности среды обитания и независимости плотности популяции от пространственных координат. Реальные популяции существуют на ограниченных территориях с различными свойствами среды в разных ее частях. Сформировавшиеся в эволюционном процессе стратегии выживания, вызывают необходимость к расселению особей в поисках свободных мест и дополнительных трофических ресурсов. Распространение их по территории происходит, как правило, от мест с большей концентрацией особей в места с меньшей их концентрацией [5, 19, 27, 28, 38, 42, 43, 50, 51, 59]. Математические модели в этом случае разрабатываются на основе аппарата уравнений в частных производных [4, 6, 9, 14, 21, 22, 25, 36, 42, 43, 46, 49, 50, 51, 54, 59, 60]. В математическом плане они представляют собой краевые задачи для нелинейных дифференциальных уравнений в частных производных [4, 10, 15, 20, 24, 25, 32, 49, 50, 59], построить аналитические решения которых, в отличие от линейных уравнений [33, 39–41, 49], как правило, не удастся [4, 15, 21, 23, 45, 50, 51, 59]. Поэтому аналитические решения или уравнения аппроксимируются различными методами и строятся численные решения, в предположении, об устойчивости численных методов и сходимости построенных решений к точным решениям нелинейных уравнений [1, 8, 13, 16–18, 26, 29, 30, 34, 37, 47, 48, 52, 55, 56].

Расселение отдельных особей по территории происходит, как правило, случайным образом. При уменьшении трофического ресурса или увеличении плотности популяции группы особей, чувствительных к этим изменениям, стремятся переместиться на участки с большим трофическим ресурсом или на свободные участки. В некоторых популяциях происходит и вытеснение с территории особей низкого социального ранга, обреченных на гибель при оседлом образе жизни [5, 19, 38]. То есть процесс распространения популяции на территории можно рассматривать как случайное индивидуальное или групповое перемещение особей.

Трофические ресурсы могут пополняться значительно медленней, чем рост численности популяции использующей его. Если трофический ресурс не распространяется по территории, а популяция мобильна, то трофический ресурс может погибнуть. Примером может служить полное уничтожение растительности на ограниченной территории насекомыми [5, 31, 38, 53]. Последствия, вызванные нарушением равновесия в биоценозе, могут привести к необратимым изменениям, а материальные затраты на восстановление равновесия могут быть значительными [31].

В работе рассматривается модель логистической популяции, находящейся на линейном ареале (на прямой). Трофический ресурс, потребляемый популяцией, считается не восполняемым. Для описания динамики численности популяции используется эволюционное уравнение. Материальный ущерб, для моделирования которого можно использовать предлагаемые в [12, 35, 44] методы, в модели не учитывается. Модель популяции на неподвижном трофическом в [43] рассматривается как модель «ресурс — потребитель».

Математическая модель обобщенной логистической популяции. Первой математической моделью изолированной популяции с ограниченным ростом ее численности была, по-видимому, модель Ферхюльста [4, 43]. Ее обобщением является модель обобщенной логистической популяции [43], закон роста которой описывается уравнением

$$\frac{du}{dt} = f(u), \quad (1)$$

где непрерывная и дважды дифференцируемая функция $f(u)$ удовлетворяет следующим условиям:

$$\begin{aligned} f(0) = f(K) = 0 \quad (0 < K < +\infty), \\ f'(0) = \mu > 0, \\ f''(0) \leq 0 \text{ для } u > 0. \end{aligned} \quad (2)$$

Функция $f(u)$ называется локальной скоростью роста популяции, μ — мультизиганским параметром, K — емкостью среды [4, 36, 56].

Условие $f(0) = 0$ означает, что в отсутствие особей популяция возникнуть не может, условие $0 < f'(0)$ — рост малочисленной популяции, условие $f(K) = 0$ — ограниченность численности популяции сверху. Стационарная точка $u = 0$ является неустойчивой, а точка $u = K$ — устойчивой. Все решения уравнения (1) при выполнении условий (2) будут монотонно возрастающими на промежутке $[0, K]$, выходя из точки $u(t=0) = u_0$ и стремиться к значению $u = K$ при $t \rightarrow \infty$. В дальнейшем за единицу измерения численности популяции принимается емкость среды, т. е. $K = 1$. Примерами моделей обобщенной логистической популяции являются логистическая — $f(u) = \mu u(1-u)$ и Розенцвейга — $f(u) = \mu u(1-u^\gamma)$.

В природе трофические ресурсы популяций ограничены. Потребляемый популяцией трофический ресурс может, как восстанавливаться во время существования на нем популяции, так и не восстанавливаться [43]. В работе рассматривается вариант невозстанавливаемого трофического ресурса. Математическая модель такой популяции выглядит следующим образом

$$\begin{aligned} \frac{du}{dt} &= f(u, R), \\ \frac{dR}{dt} &= F(u, R), \end{aligned}$$

где R — объем трофического ресурса, а $F(u, R)$ — локальная скорость его изменения.

На функции $f(u, R)$ и $F(u, R)$ накладываются условия, обеспечивающие убыль ресурса при потреблении его популяцией и гибель популяции при отсутствии ресурса:

1) условие $F(u, R) < 0$ при $0 < u$ и $0 < R < \infty$ представляет собой требование потребления ресурса популяцией без его восстановления;

2) при $R = 0$ условие $F(u, R) = 0$ означает отсутствие ресурса, а $\frac{\partial f(u, 0)}{\partial u} < 0$ — условие уменьшения численности популяции в этом случае;

3) при $R \rightarrow \infty$ функция $f(u, R)$ должна переходить в кинетическую функцию для изолированной популяции на неограниченном трофическом ресурсе.

В дальнейшем рассматривается модель

$$\begin{aligned} \frac{du}{dt} &= \mu u \left(\frac{R}{b+R} - u \right), \\ \frac{dR}{dt} &= -\gamma u \frac{R}{b+R}, \end{aligned} \quad (3)$$

в которой μ , b , γ — параметры. При $R \rightarrow \infty$ первое уравнение в (3) переходит в уравнение для логистической популяции на неограниченном трофическом ресурсе [11, 43], а при отсутствующем ресурсе (при $R = 0$) численность популяции будет уменьшаться.

К уравнениям (3) добавляются начальные условия

$$u(t=0) = u_0, \quad R(t=0) = R_0.$$

Для малых значениях u_0 (в начальный момент времени популяция малочисленна) таких, что $u_0 \ll R_0 / (b + R_0)$, численность популяции начнет расти и по мере уменьшения трофического ресурса после достижения максимального значения, не превышающего $R_0 / (b + R_0)$, начнет уменьшаться. На рис. 1 приведены зависимости функций $R(t)$ и $u(t)$ от времени для $u_0 = 0.01$, $R_0 = 1$, $\gamma = 1$, $\mu = 100$, $b = 0.5$.

Диффузионная модель. В природе в качестве примеров протяженных в одном направлении ареалов, в которых живут различные виды флоры и фауны, могут служить обочины полей и дорог, трубопроводы, реки и т. п. [5, 28, 42, 51, 59]. В модели этот тип распространения популяции можно рассматривать как распространение популяции вдоль

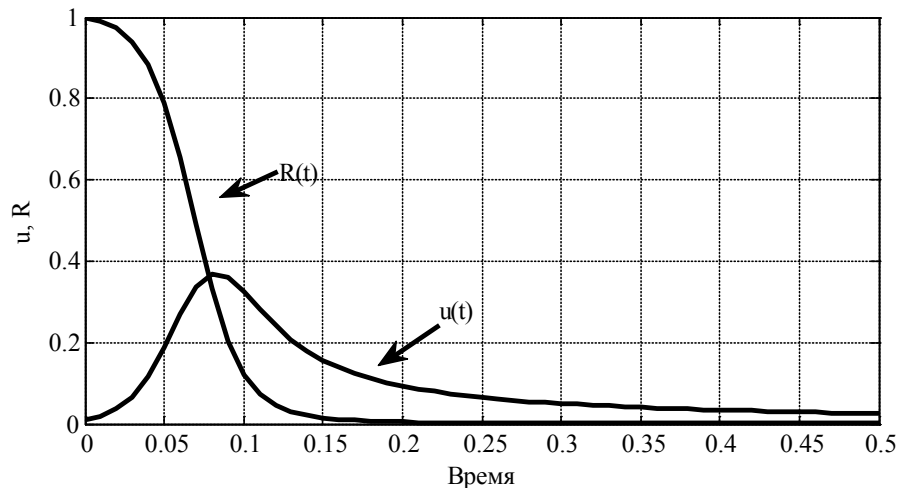


Рис. 1. Зависимость функций $R(t)$ и $u(t)$ от времени

прямой. В этом случае процесс распространения особей на неподвижном и невозстанавливаемом трофическом ресурсе можно, с учетом (3), описать системой эволюционных уравнений [4, 10, 24, 25, 36, 42, 43, 49, 50, 54, 59]

$$\begin{aligned} \frac{\partial u}{\partial t} &= D \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \mu u \left(\frac{R}{b+R} - u \right), \\ \frac{\partial R}{\partial t} &= -\gamma u \frac{R}{b+R}, \end{aligned} \tag{4}$$

где x — декартова координата. Параметр D характеризует подвижность особей популяции.

К системе уравнений (4) для случая отрезка длиной l необходимо добавить начальные и граничные условия. В модели возникновения популяции в точке $x = x_0$ на гомогенном трофическом ресурсе принимаются следующие начальные условия: при $t = 0$ $u(0, x) = u_0 \delta(x - x_0)$, $R(0, x) = R_0 = const$, где $\delta(x - x_0)$ — дельта функция Дирака.

В качестве граничных условий рассматриваются условия наполнения среды [42, 59]

$$\left. \frac{\partial u}{\partial x} \right|_{x=0} = \left. \frac{\partial u}{\partial x} \right|_{x=l} = 0, \quad \left. \frac{\partial R}{\partial x} \right|_{x=0} = \left. \frac{\partial R}{\partial x} \right|_{x=l} = 0. \tag{5}$$

Для случая бесконечной прямой принимается, что при $x \rightarrow \pm\infty$ $R \rightarrow R_0$, а $u \rightarrow 0$.

Неограниченный ресурс. Модель одиночной популяции на неограниченном ресурсе можно получить из (4), если положить $\gamma = 0$ и $R_0 = \infty$:

$$\frac{\partial u}{\partial t} = D \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \mu u (1 - u).$$

Это уравнение при граничных условиях (5) имеет два стационарных решения: неустойчивое $u(x) = 0$ и устойчивое $u(x) = 1$ [14, 24, 25]. На бесконечной прямой это уравнение может иметь автоволновое решение $u = u(x - vt)$ в виде распространяющейся волны со скоростью $v > 2\sqrt{\mu D}$ [24, 43].

Отсутствие ресурса. При $R = 0$ первое уравнение в (4) принимает вид

$$\frac{\partial u}{\partial t} = D \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} - \mu u^2.$$

Стационарное решение этого уравнения удовлетворяет уравнению

$$D \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} - \mu u^2 = 0. \tag{6}$$

Если это уравнение умножить на $D du / dx$ и проинтегрировать, то можно получить уравнение [9, 18]

$$\frac{1}{2} \left(D \frac{du}{dx} \right)^2 = \frac{1}{3} D \mu (u^3 - u_*^3),$$

из которого следует, что

$$\frac{du}{dx} = \sqrt{\frac{2}{3} \frac{\mu}{D} (u^3 - u_*^3)},$$

где $u_* \neq 0$ — значение функции u в точке $x = l$. Такой выбор постоянной интегрирования u_* обеспечивает выполнение граничного условия при $x = l$ в (5). Правая часть этого уравнения при положительных значениях $u = u(x)$ имеет только один корень — $u = u_*$. Поэтому удовлетворить граничному условию (5) в точке $x = 0$ можно только в том случае, если $u(x) \equiv u_*$. То есть уравнению (6) удовлетворяет только однородное решение $u(x=0) = u_*$. И как следует из (6) в этом случае этому уравнению можно удовлетворить только в том случае, если $u_* = 0$. Потому тривиальное решение уравнения (6) будет единственным.

Устойчивость решения $u = 0$, $R = R_0$. Система уравнений (4) при граничных условиях (5) имеет своим решением $u = 0$ и $R = R_0$, если считается, что в начальный момент времени $u(0, x) = 0$ и $R(0, x) = R_0$. В малой окрестности этого решения можно принять, что $u = \delta u(t, x)$ и $R = R_0 + \delta R(t, x)$, где $\delta u(t, x)$ и $\delta R(t, x)$ малые по сравнению с единицей величины: $0 \leq \delta u(t, x) \ll 1$, $|\delta R(t, x)| \ll 1$. Тогда с точностью до величин второго порядка малости система уравнений (4) линеаризуется:

$$\begin{aligned} \frac{\partial \delta u}{\partial t} &= D \frac{\partial^2 \delta u}{\partial x^2} + \beta \delta u, \\ \frac{\partial \delta R}{\partial t} &= -\beta \frac{\gamma}{\mu} \delta u, \end{aligned} \tag{7}$$

$$\text{где } \beta = \mu \frac{R_0}{b + R_0}.$$

Решение первого уравнения в (7), удовлетворяющего при $x = 0$ и $x = l$ условиям $\left. \frac{\partial \delta u}{\partial x} \right|_{x=0} = \left. \frac{\partial \delta u}{\partial x} \right|_{x=l}$,

представляется в виде тригонометрического ряда

$$\delta u(x) = \sum_{k=0}^{\infty} A_k(t) \cos k\pi \frac{x}{l}.$$

Коэффициенты $A_k = A_k(t)$ должны удовлетворять уравнениям

$$\begin{aligned} \frac{dA_0}{dt} &= \beta A_0, \\ \frac{dA_k}{dt} &= -D \left(\frac{k\pi}{l} \right)^2 A_k + \beta A_k \quad (k = 1, 2, \dots). \end{aligned} \tag{8}$$

Значения $A_k(t=0)$ находятся из условия

$$\delta u_0(x) = \sum_{k=0}^{\infty} A_k(0) \cos k\pi \frac{x}{l},$$

где $\delta u_0(x) = \delta u(t=0, x)$:

$$A_k(0) = \int_0^l \delta u_0(x) \cos k\pi \frac{x}{l} dx.$$

Функция $\delta u_0(x)$ в силу физического смысла задачи не должна принимать отрицательные значения на промежутке $[0, l]$. Поэтому $A_0(t=0)$ будет положительной величиной и, соответственно, как следует из первого уравнения в (8) $A_0(t)$ будет возрастающей функцией. То есть решение $u(t, x) = 0$, $R(t, x) = R_0$ будет неустойчивым: численность малочисленной популяции должна увеличиваться.

Для случай бесконечной прямой решение первого уравнения в (7) представляется в виде [14, 25, 49]

$$\delta u(t, x) = e^{\beta t} \int_{-\infty}^{\infty} \frac{\delta u_0(x)}{2\sqrt{\pi Dt}} e^{-\frac{(x-z)^2}{4Dt}} dz.$$

Отсюда следует, что в каждой точке прямой решение будет возрастающей функцией времени независимо от значения коэффициента D . Таким образом, популяция, возникшая на каком-то участке прямой, начнет распространяться вдоль прямой в обоих направлениях, увеличиваясь в своих размерах. Для популяции, возникшей в точке $x = 0$ численностью u_0

$$\delta u(t, x) = \frac{u_0}{2\sqrt{\pi Dt}} e^{-\frac{(x-2\sqrt{\beta Dt})(x+2\sqrt{\beta Dt})}{4Dt}}.$$

В первом приближении, как следует из последнего выражения, скорость распространения малочисленной популяции на прямой в линейном приближении равна $2\sqrt{\beta D}$.

Автоволновое решение $u = u(z)$, где $z = x + vt$, системы уравнений (4) на бесконечной прямой ($-\infty < x < \infty$) должно удовлетворять уравнениям

$$D \frac{d^2 u}{dz^2} + v \frac{du}{dz} + \mu u \left(\frac{R}{b+R} - u \right) = 0, \tag{9}$$

$$\frac{dR}{dz} = \frac{\gamma}{v} u \frac{R}{b+R}.$$

Для того чтобы существовало автоволновое решение этих уравнений необходимо чтобы выполнялись условия [24, 43]

$$\lim_{z \rightarrow -\infty} \frac{du}{dz} = 0, \quad \lim_{z \rightarrow -\infty} \frac{dR}{dz} = 0$$

и

$$\lim_{z \rightarrow \infty} \frac{du}{dz} = 0, \quad \lim_{z \rightarrow \infty} \frac{dR}{dz} = R_0.$$

То есть решение системы уравнений (9) должно проходить через точки $u = 0, R = 0$ и $u = 0, R = R_0$. При этом функции $u = u(z)$ и $R = R(z)$ должны принимать положительные значения.

Как следует из второго уравнения в (9) функция $R = R(z)$ в области допустимых значений u и R будет возрастающей функцией при $-\infty < z < \infty$. При $R = 0$, как было показано выше, функция $u = u(t, x)$ будет убывающей функцией. То есть в окрестности точки $u = 0, R = 0$ можно построить «положительное» решение, выходящее из этой точки.

В окрестности точки $u = 0, R = R_0$ решение уравнений (9) можно представить в виде $u = \delta u(z)$ и $R = R_0 + \delta R(z)$, где $\delta u(z)$ и $\delta R(z)$ малые по сравнению с единицей величины: $0 \leq \delta u(z) \ll 1, |\delta R(z)| \ll 1$. Тогда из (9) с точностью до величин второго порядка малости следуют уравнения

$$D \frac{d^2 \delta u}{dz^2} + v \frac{d\delta u}{dz} + \mu \frac{R_0}{b+R_0} \delta u = 0,$$

$$v \frac{d\delta R}{dz} = \beta \delta u.$$

Корни характеристического полинома первого уравнения

$$\lambda_1 = \frac{1}{2D} \left(-v - \sqrt{v^2 - 4\mu D \frac{R_0}{b+S_0}} \right), \quad \lambda_2 = \frac{1}{2D} \left(-v + \sqrt{v^2 - 4\mu D \frac{R_0}{b+S_0}} \right)$$

будут вещественными и отрицательными, если выполняется условие

$$v > 2 \sqrt{\mu D \frac{S_0}{b+S_0}}. \tag{10}$$

При выполнении этого условия в окрестности рассматриваемой точки можно построить такое решение уравнений (9), на котором $R = R(z)$ будет возрастающей функцией, а $u = u(z)$ — убывающей. То есть условие (10) является необходимым условием существования автоволнового решения. Аналогичные оценки условий существования автоволн получены в [20, 24, 43, 61].

Численные эксперименты. Система уравнений (4) является нелинейной — построить аналитическое решение не представляется возможным. Построение численного решения системы уравнений (4) при граничных условиях (5) на отрезке единичной длиной l осуществлялось с применением численных методов. Уравнения аппроксимировались конечными разностями [14, 25, 26, 57, 58] на равномерной сетке по пространственной переменной с шагом $h = l/n$ и с шагом τ по временной переменной

$$u_i(t) = u_i(t - \tau) + D \frac{\tau}{n^2} (u_{i-1}(t) - 2u_i(t) + u_{i+1}(t)) + f(u_i(t)),$$

$$R_i(t) = R_i(t - \tau) - \gamma u_i(t) \frac{R_i(t)}{b + R_i(t)},$$

$$(i = 2, 3, \dots, n-1),$$

$$u_2 - u_1 = 0, \quad u_n - u_{n-1} = 0,$$

где $u_i(t)$ — значение функции в i -ом узле в момент времени t , n — число отрезков, на которые разбивается интервал интегрирования, τ — шаг интегрирования по временной переменной. Для решения система уравнений (11) на каждом временном шаге использовался метода простой итерации [22, 25, 26]. Численная реализация осуществлялась в среде программирования пакета MatLab [2]. Сравнение результатов осуществлялось с решениями, полученными с использованием встроенных в MatLab функций. Результаты на сетках с $n = 500$ и $n = 1000$ с шагом интегрирования $\tau = 0.1h^2/D$ по временной переменной совпали с точностью до 1%. Итерационный процесс сходился за 2–3 итерации при заданной степени точности (0.1%) для максимальных относительных отклонений для всех узлов сетки.

Результаты основных численных экспериментов представлены на рис. 2–3. На рис. 2 отражено изменение функций $u = u(x)$ и $R = R(x)$ вдоль координаты на отрезке длиной 5 для граничных условий (4) в моменты времени $t = 0.4$ и $t = 0.8$ ($D = 0.1$, $\gamma = 1$, $\mu = 100$, $b = 0.5$). В качестве начального значения функции u бралось

$$u(t = 0, x) = 0.01, \text{ если } 0 \leq x < 0.01,$$

$$u(t = 0, x) = 0, \text{ если } 0.01 \leq x < 5.$$

При выбранном наборе констант в первом приближении функции $u = u(t, x)$ и $R = R(t, x)$ в моменты времени $t = 0.4$ и $t = 0.8$ как функции координаты практически не отличаются (рис. 2). Как следует из (8) скорость распространения автоволны, как решения уравнений (4), должна быть не меньше значения $v_{\min} = 2\sqrt{\mu DS_0 / (b + S_0)} = 5.16$. Поэтому расстояние между максимумами функции $u = u(t, x)$ в рассмотренные моменты времени (рис. 2) в линейном приближении должно быть равным $0.4v_{\min} \approx 2.064$. Это результат следует (рис. 2) и из анализа численных решений уравнений (11). То есть построенное решение представляет собой автоволну, распространяющуюся слева на право со скоростью близкой к значению v_{\min} (рис. 2).

На рис. 3 отражено изменение функции $u = u(t, x)$ в точке $x = 1$ во времени как решение уравнений (11) и изменение функции $u = u(t)$ как решение уравнений (3) ($\gamma = 1$, $\mu = 100$, $b = 0.5$). Как следует из полученных результатов при рассматриваемом наборе констант форма автоволнового решения совпадает с решением точечных уравнений (3) в окрестности точки максимума функции $u = u(t)$.

Заключение. Как следует из полученных выше результатов из «диффузионной» модели одиночной популяции на не восстанавливаемом трофическом ресурсе следуют результаты, не содержащиеся в «точечных» моделях. Для обобщенной логистической популяции на бесконечной прямой могут существовать автоволновые решения.

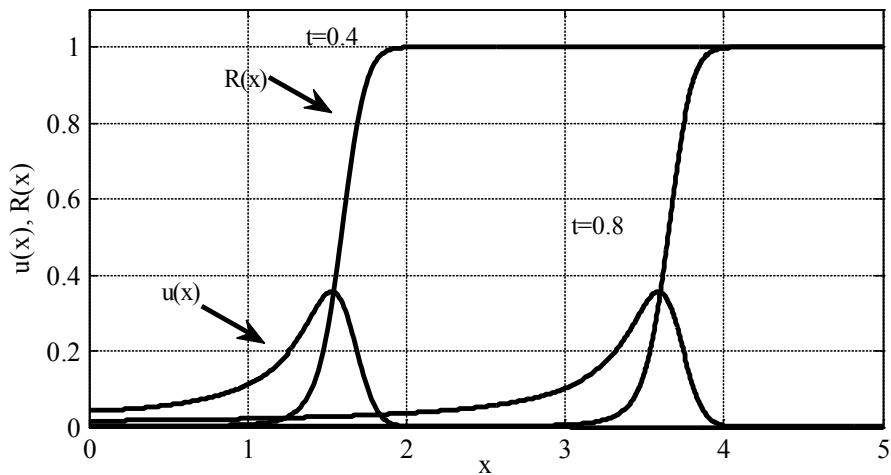


Рис. 2. Решение уравнений (11) в моменты времени $t = 0.4$ и $t = 0.8$ при граничных условиях (5) при $D = 0.1$, $\gamma = 1$, $\mu = 100$, $b = 0.5$

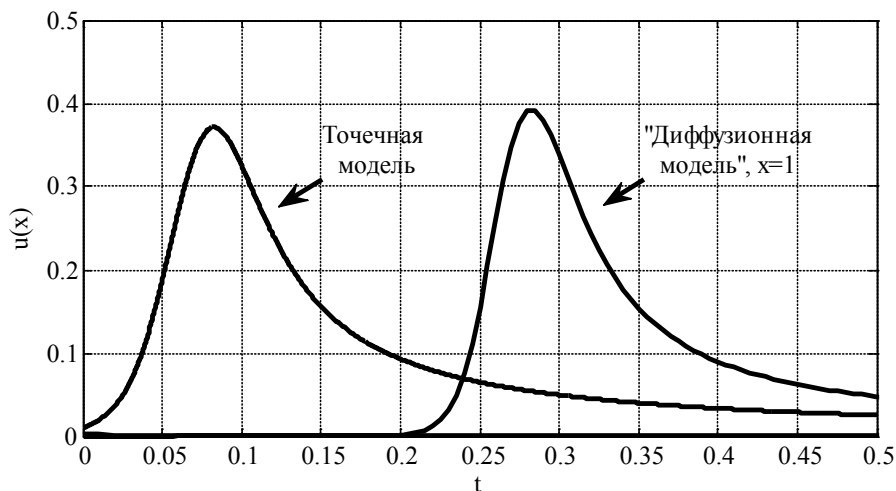


Рис. 3. Решение уравнения (11) в точке $x = 1$ при граничных условиях (5) и решение уравнений (3) при $D = 0.1$, $\gamma = 1$, $\mu = 100$, $b = 0.5$

Литература:

1. Александров, А. Ю., Платонов А. В. Об абсолютной устойчивости одного класса нелинейных систем с переключениями // Автоматика и телемеханика. — 2008. — №7. — с. 3–18.
2. Андрамонов, М. Ю., Тамасян Г. Ш. Реализация аналитического кодифференцирования в пакете matlab // Вычислительные методы и программирование: новые вычислительные технологии. — 2007. — Т. 8. — №2. — с. 1–5.
3. Апонин, Ю. М., Апонина Е. А. Математическая модель сообщества хищник — жертва с нижним порогом численности жертвы // Компьютерные исследования и моделирование. — 2009. — Т. 1. — №1. — с. 51–56.
4. Базыкин, А. Д. Нелинейная динамика взаимодействующих популяций. Москва-Ижевск: Институт компьютерных технологий. — 2003. 368 с.
5. Бигон, М., Харпер Дж., Таунсенд К. Экология. Особи, популяции и сообщества: в двух томах. М.: Мир, 1989. Т. 1. 667 с. Т. 2. 477 с.
6. Будянский, А. В., Цибулин В. Г. Моделирование пространственно-временной миграции близкородственных популяций // Компьютерные исследования и моделирование. — 2011. — Т. 3. — №4. — с. 477–488.
7. Вольтерра, В. Математическая теория борьбы за существование. Москва-Ижевск:, Институт компьютерных технологий. — 2004. — 288 с.

8. Гайко, В. А. Глобальный бифуркационный анализ квартичной модели «хищник — жертва» // Компьютерные исследования и моделирование. — 2011. — Т. 3. — №2. — с. 125–134.
9. Гасратова, Н. А. Напряженно-деформированное состояние упругого пространства со сферическим жестким включением // Вестник Санкт-Петербургского университета. Серия 10: Прикладная математика. Информатика. Процессы управления. — 2009. — №1. — с. 14–18.
10. Глызин, С. Д. Разностная аппроксимация уравнения «реакция — диффузия» на отрезке // Моделирование и анализ информационных систем. 2009. Т. 16. №3. с. 96–116.
11. Горбунова, Е. А., Колпак Е. П. Математические модели одиночной популяции // // Вестник Санкт-Петербургского университета. Серия 10: Прикладная математика. Информатика. Процессы управления. — 2012. — Вып. 4. — с. 18–30.
12. Гордеев, Д. А., Малафеев О. А., Титова Н. Д. Стохастическая модель принятия решения о выводе на рынок инновационного продукта // Вестник гражданских инженеров. — 2011. — №2. — с. 161–166.
13. Еремин, А. С., Олемской И. В. Вложенный метод интегрирования систем структурно разделенных обыкновенных дифференциальных уравнений // Журнал вычислительной математики и математической физики. — 2010. — Т. 50. — №3. — с. 434–448.
14. Жукова, И. В., Колпак Е. П. Математическая модель солидной опухоли // Естественные и математические науки в современном мире. — 2013. — №13. — с. 18–25.
15. Кабриц, С. А. Мальков В. М., Мансурова С. Е. Математическое моделирование нелинейной деформации эластомерного слоя // Вестник Санкт-Петербургского университета. Серия 10: Прикладная математика. Информатика. Процессы управления. — 2011. — №3. — с. 56–63.
16. Калинина, Е. А. Общие собственные числа двух матриц // Дальневосточный математический журнал. — 2013. — Т. 13. — №1. — с. 52–60.
17. Карелин, В. В. Один подход к задаче оценки параметров динамической системы в условиях неопределенности // Вестник Санкт-Петербургского университета. Серия 10: Прикладная математика. Информатика. Процессы управления. — 2012. — №4. — с. 31–36.
18. Карелин, В. В. Точные штрафы в задаче оценки координат динамической системы в условиях неопределенности // Вестник Санкт-Петербургского университета. Серия 10: Прикладная математика. Информатика. Процессы управления. — 2011. — №4. — с. 40–46.
19. Керчев, И. А., Кривец С. А. Очаги массового размножения уссурийского полиграфа в пихтовых лесах Томской области // Интерэкспо Гео-Сибирь. — 2012. — Т. 4. — с. 67–72.
20. Колобов, А. В., Полежаев А. А. Влияние случайной подвижности злокачественных клеток на устойчивость фронта опухоли // Компьютерные исследования и моделирование. — 2009. — Т. 1. — №2. — с. 225–332.
21. Колпак, Е. П. Введение в механику сплошных сред учебное пособие/Е. П. Колпак; С.-Петерб. гос. ун-т. СПб. 2004.
22. Колпак, Е. П., Балыкина Ю. Е., Котина Е. Д., Жукова И. В. Математическая модель нарушений функционирования щитовидной железы // Молодой Ученый. — 2014. — №2 (61). — с. 19–24.
23. Колпак, Е. П., Горбунова Е. А., Балыкина Ю. Е., Гасратова Н. А. Математическая модель одиночной популяции на биллокальном ареале // Молодой ученый. — 2014. — №1 (6). — с. 28–33.
24. Колпак, Е. П., Горбунова Е. А., Жукова И. В. Математическая модель популяционной волны // Естественные и математические науки в современном мире. — 2014. — №16. — с. 25–41.
25. Колпак, Е. П., Горбунова Е. А., Столбовая М. В., Балыкина Ю. Е. Математическая модель логистической популяции на линейном ареале // Молодой ученый. — 2014. — №3 (62). — с. 6–14.
26. Колпак, Е. П., Жукова И. В., Степанова Д. С., Крицкая А. В. О численных методах решения эволюционных уравнений на примере математической модели «хищник-жертва» // Молодой ученый. — 2014. — №4 (63). — с. 20–30.
27. Колпак, Е. П., Столбовая М. В. Математическая модель кинетики роста растений // Журнал научных публикаций аспирантов и докторантов. — 2013. — №12 (90). — с. 230–232.
28. Коробченко, М. А. Расширение ареала крота европейского (*talpa europaea*) в долине реки Северный Донец // Зоологический журнал. — 2009. — Т. 88. — №4. — с. 465–472.
29. Котина, Е. Д. К теории определения поля перемещений на основе уравнения переноса в дискретном случае // Вестник Санкт-Петербургского университета. Серия 10: Прикладная математика. Информатика. Процессы управления. — 2010. — №3. — с. 38–43.
30. Котина, Е. Д. О сходимости блочных итерационных методов // Известия Иркутского государственного университета. Серия: Математика. — 2012. — Т. 5. — №3. — с. 41–55.
31. Кривец, С. А., Волкова Е. С., Мельник М. А. К оценке рисков лесопользования в районах инвазии уссурийского полиграфа (на примере Томской области) // Интерэкспо Гео-Сибирь. — 2013. — Т. 3. — №4. — с. 25–30.

32. Мальков, В. М., Малькова Ю. В. Исследование нелинейной задачи Фламана // Известия Российской академии наук. Механика твердого тела. — 2006. — №5. — с. 68–78.
33. Мальков, В. М., Малькова Ю. В., Иванов В. А. Бесконечная плоскость с круговым включением, имеющим отслоение на части границы // Вестник Санкт-Петербургского университета. Серия 10: Прикладная математика. Информатика. Процессы управления. 2009. №4. с. 152–165.
34. Матросов, А. В. Сходимость степенных рядов в методе начальных функций // Вестник Санкт-Петербургского университета. Серия 10: Прикладная математика. Информатика. Процессы управления. — 2012. — №1. — с. 41–51.
35. Миндлин, Ю. Б., Колпак Е. П., Балыкина Ю. Е Проблемы использования кластеров в Российской Федерации // Вестник НГУЭУ. — 2014. — №1. — с. 22–32.
36. Мятлев, В. Д., Панченко Л. А., Ризниченко Г. Ю., Терехин А. Т. Теория вероятностей и математическая статистика. Математические модели. М.: Издательский центр «Акадкмия», 2009. 320 с.
37. Олемской, И. В. Вложенный пятиэтапный метод пятого порядка типа Дормана-Принса // Журнал вычислительной математики и математической физики. — 2005. — Т. 45. — №7. — с. 1181–1191.
38. Пац, Е. Н., Чернова Н. А. Изменение жизненного подростка в ходе инвазии уссурийского полиграфа в пихтовые леса Томской области // Интерэкспо Гео-Сибирь. — 2013. — Т. 3. — №4. — с. 55–59.
39. Пронина, Ю. Г. Периодическая задача о точечных воздействиях в упругой полуплоскости с отверстиями // Вестник Санкт-Петербургского университета. Серия 10: Прикладная математика. Информатика. Процессы управления. — 2009. — №3. — с. 119.
40. Пронина, Ю. Г. Сосредоточенные силы и моменты в упругой полуплоскости с отверстием // Вестник Санкт-Петербургского университета. Серия 10: Прикладная математика. Информатика. Процессы управления. — 2009. — №2. — с. 104–114.
41. Пронина, Ю. Г. Центры расширения-сжатия в упругой полуплоскости // Вестник Санкт-Петербургского университета. Серия 1: Математика. Механика. Астрономия. — 2007. — №2. — с. 140–149.
42. Ризниченко, Г. Ю., Рубин А. Б. Биофизическая динамика продукционных процессов. Москва — Ижевск: Институт компьютерных технологий, 2004. — 464 с.
43. Свиричев, Ю. М. Нелинейные волны, диссипативные структуры и катастрофы в экологии. М: Наука, 1987. 368 с.
44. Смирнов, Н. В., Соловьева И. В. Применение метода позиционной оптимизации для многопрограммной стабилизации билинейных систем // Вестник Санкт-Петербургского университета. Серия 10: Прикладная математика. Информатика. Процессы управления. — 2009. — №3. — с. 253.
45. Старков, В. Н., Степенко Н. А. Исследование динамики маятниковых систем с переменными параметрами // Естественные и математические науки в современном мире. 2014. — №15. — с. 20–36.
46. Стеряков, А. А. Об одном универсальном методе построения моделей для сложных многоагентных систем // Компьютерные исследования и моделирование. — 2013. — Т. 5. — №4. — с. 513–523.
47. Тамасян, Г. Ш Градиентные методы решения задачи Коши // Вестник Санкт-Петербургского университета. Серия 10: Прикладная математика. Информатика. Процессы управления. — 2009. — №4. — с. 224–230.
48. Тамасян, Г. Ш Градиентные методы в вариационной задаче со свободными концами // Вестник Санкт-Петербургского университета. Серия 10: Прикладная математика. Информатика. Процессы управления. — 2012. — №4. — с. 77–84.
49. Тихонов, А. Н., Самарский А. А. Уравнение математической физики. М.: Наука, 1972. 735 с.
50. Тютюнов, Ю. В. Пространственная модель развития устойчивости насекомых-вредителей к трансгенной инсектицидной сельскохозяйственной культуре // Биофизика. — 2007. — Т. 52. — №1. — с. 95–113.
51. Тютюнов, Ю. В., Загребнева А. Д., Сурков Ф. А., Азовский А. И. Микромасштабная пятнистость распределения веслоногих рачков как результат трофически обусловленных миграций // Биофизика. — 2009. — Т. 54. — Вып. 3. — с. 508–514.
52. Утешев, А. Ю., Тамасян Г. Ш. К задаче полинома интерполирования с кратными узлами // Вестник Санкт-Петербургского университета. Серия 10: Прикладная математика. Информатика. Процессы управления. — 2010. — №3. — с. 76–85.
53. Чернова, Н. А. Трансформация растительного покрова пихтовых лесов Томской области под влиянием уссурийского полиграфа // Интерэкспо Гео-Сибирь. — 2013. — Т. 3. — №2. — с. 271–277.
54. Чеснокова, О. И., Мелких А. В. Имитационное моделирование направленного движения в условиях градиента освещенности // Компьютерные исследования и моделирование. — 2012. — Т. 4. — №2. — с. 401–406
55. Kolesin, I. D. Mathematical model of the development of an epidemic process with aerosol transmission // Biophysics. — 2007. — Vol. 52. — №1. — P. 92–94.

56. Kotina, E.D. Discrete optimization problem in beam dynamics // Nuclear Instruments and Methods in Physics Research. Section A: Accelerators, Spectrometers, Detectors and Associated Equipment. — 2006. — Vol. 558. — N 1. — P. 292–294.
57. Mickens, R.E. A nonstandard finite difference scheme for a PDE modeling combustion with nonlinear advection and diffusion // Mathematics and computers in simulation. — 2005. — N 69. — P. 439–446.
58. Mickens, R.E. A nonstandard finite difference scheme for the diffusionless Burgers equation with logistic reaction // Mathematics and computers in simulation. — 2003. — N 62. — P. 117–124.
59. Murray, D.D. Mathematical biology. N.Y. Springer. 2002. — 551 p.
60. Peregudin, S.I., Kholodova S.E. Specific features of propagation of unsteady waves in a rotating spherical layer of an ideal incompressible stratified electroconducting fluid in the equatorial latitude belt // Journal of Applied Mechanics and Technical Physics. — 2011. — Vol. 52. — N 2. — P. 193–199.
61. Schofield, P. Spatial explicit models of Turelli-Hoffmann Wolbachia invasive wave fronts // J. Theor. Biol. — 2001. — Vol. 212. — N. 1. — P. 121–131.

Компромисс и равновесие в моделях многоагентного управления в коррупционной сети социума

Малафеев Олег Алексеевич, доктор физико-математических наук, профессор;
Бойцов Дмитрий Сергеевич, студент;
Рединских Надежда Дмитриевна, студент;
Неверова Елена Георгиевна, студент;
Санкт-Петербургский государственный университет

В работе формализованы и исследованы две модели многоагентного управления в коррупционных сетях социума. Предложены алгоритмы нахождения равновесия Курно-Нэша и компромиссного решения в этих моделях. Решены два численных примера.

Ключевые слова: социум, коррупция, конкуренция, математическое моделирование.

На текущее состояние и эволюционное развитие общества влияют множество факторов: бедность, социальное неравенство, преступность, коррупция и др. В обществе обсуждаются как древние проблемы, так и вновь возникающие, делаются многочисленные прогнозы [7–9, 12, 23–25, 28,]. Однако, как правило, на приводится строгих подтверждений проблем на основе статистического материала с учетом эволюционного развития общества. Не достаточно и обоснованных математических моделей, позволяющих описать взаимодействие социальных групп [14, 15 и] дать как количественный, так и качественные прогноз возможного состояния общества в будущем [26, 27, 38], выявить бифуркационные направления развития. Одним из направлений, по которому пошел процесс преобразований в России, начатый в 1990-е годы, — «сырьевая» экономика с коррупционной составляющей в управлении. Ниже предлагаются модели описания коррупционных процессов на основе организационной структуры рыночной экономикой [3–6, 10, 16, 23, 29–33] и основанные на принципах математической популяционной биологии.

Модель 1. Формализуется коррупционная сеть в рамках некоторого социума. Эта коррупционная сеть (N, k) состоит из вершин, соответствующих коррумпированным посредникам, предлагающих услуги посред-

ничества, составляющих множество N и ребер, соединяющих их. На множестве ребер задана функция посреднических издержек k , сопоставляющая каждому ребру, соединяющему вершины x и y , неотрицательное число $k(x, y) \geq 0$, представляющее собой издержки по установлению контакта между посредником и агентом, которым может оказаться последний агент коррупционной цепочки, продающий коррупционные услуги. В узлах сети, составляющих множество $B = (b_1, \dots, b_m) \in N$, располагаются потребители коррупционных услуг, производимых коррупционерами, которые для приобретения этой коррупционной услуги обращаются к посредникам, составляющим множество $\bar{B} = (\bar{b}_1, \dots, \bar{b}_k) \in N$, задача которых — осуществлять посреднические услуги для потребителей коррупционных услуг. Требуется в некоторых узлах сети расположить коррупционеров, составляющих множество $C = (c_1, \dots, c_i, \dots, c_s) \in N$, которые осуществляют формирование и продажу коррупционных услуг. Для производства коррупционных услуг коррупционеры используют ресурсы (деньги), составляющие множество $A = (a_1, \dots, a_n) \in N$, с помощью которых они формируют коррупционные услуги. Коррупционеры желают разместиться в узлах сети наиболее выгодным для них образом с точки зрения максимизации получаемого дохода от продажи и производства этих коррупционных услуг.

Определена функция, описывающая объем $Q(c_i), i = \overline{1, s}$ коррупционных услуг, который получается при использовании капитала коррупционеров $K(c_i), i = \overline{1, s}$, и их профессиональных навыков $L(c_i), i = \overline{1, s}$, уровень которых повышается за счет ресурсов обучения. Коррупционеры стремятся максимизировать их прибыль, принимая в расчет число потребителей $B = (b_1, \dots, b_m) \in N$ коррупционных услуг, приезжающих к ним за покупкой произведенной услуги $A = (a_1, \dots, a_n) \in N$, и объемы совершаемых покупок $D_j(c_i), j = \overline{1, m}, i = \overline{1, n}$, которые предполагаются заданными для каждого потребителя коррупционных услуг. Предполагается, что потребитель направляется к тому коррупционеру для приобретения произведенной коррупционной услуги, где его суммарные затраты $TC(b_j), j = \overline{1, m}$, с учетом посреднических издержек минимальны. Доход каждого коррупционера складывается из суммы денег, полученных им от потребителей коррупционных услуг и определяется формулой

$$\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n P(c_i) D_j(c_i) = I(c_i),$$

где $P(c_i)$ — цена на коррупционную услугу в i -м магазине, $D_j(c_i)$ — спрос j -ого потребителя на товар i -ого коррупционера, $I(c_i)$ — доход i -ого коррупционера. Коррупционеры договариваются между собой об их размещении в вершинах сети на основе какого-либо теоретико-игрового принципа оптимальности, скажем, компромиссного решения или равновесия Курно-Нэша.

Модель 2. Коррупция — общий термин, обозначающий использование своего положения в обществе в корыстных целях. В рассматриваемой модели 2 изучается случай, когда за предоставляемую услугу коррупционер получает взятку. Лицо, принимающее взятку, является агентом типа A (которых можно называть чиновниками или федеральными служащими), составляющих множество $A = \{a_1, \dots, a_i, \dots, a_n\}$, а лицо, вручающее взятку, является агентом типа B (которых можно называть клиентами или обычными служащими), составляющих множество $B = \{b_1, \dots, b_j, \dots, b_m\}$. Имеется коррупционная сеть N , с каждым промежуточным узлом которой ассоциируются потенциальные коррупционеры-посредники, составляющие множество $P = \{p_1, \dots, p_k\}$, которые за свои посреднические услуги (оказание услуг в организации контакта в коррупционной цепочке) взимают противоправное средство (взятка, подкуп), составляющих множество $S = \{s(a_1), \dots, s(a_i), \dots, s(a_n)\}$. Чиновник $a_i \in A$, обладает потенциальными возможностями выполнить какую-либо функцию при условии получения взятки. Вручитель взятки, агент множества B , может осуществить её передачу только лишь через посредников из множества P , расположенных в данной коррупционной сети N . Передача контакта от одного посредника к другому сопровождается выплатой промежуточной взятки посреднику $p_i \in \gamma(a_i)$, где $\gamma(a_i)$ множество смежных узлов сети. При прохождении всей коррупционной цепочки клиент получает услугу, сопро-

вождающуюся получением дохода, зависящим от размера взятки. Коррупционер a_i из множества A выплачивает агенту b_j из множества B какой-либо противоправный доход. В рамках коррупционной сети у каждого агента есть задача получения противоправного дохода. Каждый взяткополучатель имеет свои расценки, и хочет максимизировать свой доход, а каждый клиент стремится получить максимальную прибыль при минимальных издержках. Нужно найти кратчайший путь агентов из множества B для передачи взятки агенту из множества A . Есть ограничение: функция стоимости услуг коррупционного посредника, которая представляет собой определенную денежную величину $F = \{f(p_1), \dots, f(p_k)\}$, больше размера которой посредник не может получить.

Модель 3. Для моделирования коррупционных процессов можно использовать и методы математической популяционной биологии [1, 37]. При таком подходе общество взаимодействующих субъектов в экономической среде разбивается на группы, взаимодействующие между собой [18, 34]. При этом группа коррупционеров может рассматриваться как популяция паразитов или популяция хищников. В роли трофического ресурса или «хозяина» могут выступать материальные ресурсы. В модели могут быть учтены властная структура и структура, ограничивающая коррупцию [35, 36]. Формирование системы показателей, на основании анализа которых разрабатывается модель, представляет собой достаточно сложную, но решаемую задачу [13].

Поскольку взаимодействующие субъекты располагаются на территории, то и «свойства» коррупции в разных регионах разные [35]. Здесь можно использовать либо разбиение территории на несколько регионов [34], либо строить модель для системы с распределенными параметрами [17]. Изменение основных показателей, пусть u_i ($i = \overline{1, 2, \dots, n}$), в системе происходит «случайным» образом и кинетика их роста, как и в случае биологических популяций в линейном приближении подчиняется экспоненциальной зависимости [22, 24, 26–28].

Для описания изменения показателей можно использовать систему дифференциальных уравнений

$$\frac{\partial u_i}{\partial t} = D_i \Delta u_i + f_i(t, x, y, u_1, \dots, u_n) \quad (i = \overline{1, 2, \dots, n}),$$

где Δ — оператор Лапласа, D_i — параметры, характеризующие диффузионные процессы, x, y — пространственные координаты, t — время, $f_i(t, x, y, u_1, \dots, u_n)$ — «кинетические» функции, описывающие взаимодействие социальных групп между собой

Для описания развития изолированной группы на территории можно использовать модели одиночной популяции [2, 20]. Коррупция возникает в центре сообщества и распространяется на периферию. Эволюционные уравнения имеют решения в виде автоволн [19], позволяющие моделировать распространение коррупционных процессов на территории. Коррупцию в системах

с распределенными параметрами можно рассматривать и как злокачественную опухоль, уничтожающую материальные ресурсы [11]. Модели социальных процессов достаточно сложны, представляют собой нелинейные системы уравнений, решения которых строятся с применением численных методов [21].

Литература:

1. Базыкин, А.Д. Нелинейная динамика взаимодействующих популяций. Москва-Ижевск: Институт компьютерных технологий. — 2003. 368 с.
2. Горбунова, Е.А., Колпак Е.П. Математические модели одиночной популяции // Вестник Санкт-Петербургского университета. Серия 10: Прикладная математика. Информатика. Процессы управления. — 2012. — Вып. 4. — с. 18–30.
3. Гордеев, Д.А., Малафеев О.А. Титова Н.Д. Стохастическая модель принятия решения о выводе на рынок инновационного продукта // Вестник гражданских инженеров — 2011 — №2. — с. 161–166.
4. Гордеев, Д.А., Малафеев О.А., Титова Н.Д. Probabilistic and Deterministic Model of the Influence Factors the Activities of the Organization to Innovate// Экономическое возрождение России — 2011 — №1. — с. 73–82.
5. Григорьева, К.В., Малафеев О.А. Динамический процесс кооперативного взаимодействия в многокритериальной (многоагентной) задаче почтальона // Вестник гражданских инженеров — 2011 — №1. — с. 150–156.
6. Григорьева, К.В., Иванов А.С., Малафеев О.А. Статическая коалиционная модель инвестирования инновационных проектов // Экономическое возрождение России — 2011 — №4. — с. 90–98.
7. Гринин, Л.Е., Коротаев А.В. Макроэволюция и Мир-Система: новые грани концептуализации // История и современность. — 2008. — №1. — с. 3–31.
8. Гринин, Л.Е., Коротаев А.В. Революция VS демократия (революция и контрреволюция в Египте) // Полис (Политические исследования). — 2014. — №3. — с. 139–158.
9. Гринин, Л.Е., Коротаев А.В. Социальная макроэволюция и исторический процесс (к постановке проблемы) // Философия и общество. — 2007. — №4 (48). — с. 17–50.
10. Дроздова, И.В. Моделирование процессов реконструкции жилищно-коммунального хозяйства мегаполиса в условиях конкурентной среды: монография/И.В. Дроздова, О.А. Малафеев, Г.Д. Дроздов — М-во образования и науки Российской Федерации, Федеральное агентство по образованию, Санкт-Петербургский гос. ун-т сервиса и экономики — Санкт-Петербург, 2008.
11. Жукова, И.В., Колпак Е.П. Математическая модель солидной опухоли // Естественные и математические науки в современном мире. — 2013. — №13. — с. 18–25.
12. Исаев, Л.М., Коротаев А. В Египетский переворот 2013 года: опыт эконометрического анализа // Азия и Африка сегодня. — 2014. — №2 (679). — с. 14–20.
13. Карелин, В. В Один подход к задаче оценки параметров динамической системы в условиях неопределенности // Вестник Санкт-Петербургского университета. Серия 10: Прикладная математика. Информатика. Процессы управления. — 2012. — №4. — с. 31–36.
14. Колесин, И.Д. Моделирование взаимодействия этнокультур // Известия Российской академии наук. Теория и системы управления. — 2005. — №2. — с. 75–80.
15. Колесин, И.Д. Принцип максимума в организаторской деятельности // Вестник Санкт-Петербургского университета. Серия 10: Прикладная математика. Информатика. Процессы управления. — 2008. — №4. — с. 9–13.
16. Колокольцов, В.Н., Малафеев О.А. Динамические конкурентные системы многоагентного взаимодействия и их асимптотическое поведение (часть I) // Вестник гражданских инженеров — 2010 — №4 — с. 144–153.
17. Колпак, Е.П. Введение в механику сплошных сред учебное пособие/Е.П. Колпак; С.-Петерб. гос. ун-т. СПб. 2004.
18. Колпак, Е.П., Горбунова Е.А., Балыкина Ю.Е., Гасратова Н.А. Математическая модель одиночной популяции на билокальном ареале // Молодой ученый. — 2014. — №1 (6). — с. 28–33.
19. Колпак, Е.П., Горбунова Е.А., Жукова И.В. Математическая модель популяционной волны // Естественные и математические науки в современном мире. — 2014. — №16. — с. 25–41.
20. Колпак, Е.П., Горбунова Е.А., Столбовая М.В., Балыкина Ю. Е Математическая модель логистической популяции на линейном ареале // Молодой ученый. — 2014. — №3 (62). — с. 6–14.
21. Колпак, Е.П., Жукова И.В., Степанова Д.С., Крицкая А.В. О численных методах решения эволюционных уравнений на примере математической модели «хищник-жертва» // Молодой ученый. — 2014. — №4 (63). — с. 20–30.
22. Колпак, Е.П., Столбовая М.В. Математическая модель кинетики роста растений // Журнал научных публикаций аспирантов и докторантов. — 2013. — №12 (90). — с. 230–232.

23. Короновский, А. А., Стриханов М. Н., Трубецков А. И., Храмов А. Е. Анализ и прогноз тенденций изменения научно-педагогического потенциала профессорско-преподавательского состава высшей школы России // Научное ведение. — 2002. — №2. — с. 82.
24. Короновский, А. А., Трубецков Д. И., Храмов А. Е. Динамика численности населения как процесс, подчиняющийся уравнению диффузии // Доклады Академии наук. — 2000. — Т. 372. №3. — с. 397.
25. Коротаев, А. В., Зинькина Ю. В. Египетская революция 2011 года: социодемографический анализ // Историческая психология и социология истории. — 2011. — Т. 4. — №2. — с. 5–29.
26. Коротаев, А. В., Зинькина Ю. В. Прогнозирование социополитических рисков: ловушка на выходе из мальтузианской ловушки // Информационный бюллетень ассоциации История и компьютер. — 2010. — №36. — с. 101–102.
27. Коротаев, А. В., Зинькина Ю. В. Социально-экономическое развитие и прогноз структурно-демографических рисков стран Восточной Африки (Кения, Танзания, Уганда) Восток // Афро-Азиатские общества: история и современность. — 2013. — №1. — с. 105–118.
28. Коротаев, А. В., Малков А. С., Халтурина Д. А. Компактная математическая макро модель технико-экономического и демографического развития Мир-Системы (1–1973 гг.) // История и современность. — 2007. — №1. — с. 19–37.
29. Малафеев, О. А., Зенович О. С., Севек, В. К. Многоагентное взаимодействие в динамической задаче управления венчурными строительными проектами // Экономическое возрождение России — 2012 — №1. — с. 124–131.
30. Малафеев, О. А., Пахар О. В.. Динамическая нестационарная задача инвестирования проектов в условиях конкуренции // Проблемы механики и управления: Нелинейные динамические системы — 2009 — №41. — с. 103–108.
31. Малафеев, О. А., Соснина В. В. Модель управления процессом кооперативного трехагентного взаимодействия // Проблемы механики и управления: Нелинейные динамические системы — 2007 — №39 — с. 131–144.
32. Малафеев, О. А., Черных К. С. Математическое моделирование развития компании // Экономическое возрождение России — 2004 — №1. — с. 60.
33. Малафеев, О. А., Черных К. С. Математическое моделирование развития компании // Экономическое возрождение России — 2005 — №2. — с. 23.
34. Миндлин, Ю. Б., Колпак Е. П., Балыкина Ю. Е. Проблемы использования кластеров в Российской Федерации // Вестник НГУЭУ. — 2014. — №1. — с. 22–32.
35. Михайлов, А. П., Ланкин Д. Ф. О конструкциях властных иерархий // Математическое моделирование. — 2009. — Т. 21. — №8. — с. 108–120.
36. Михайлов, А. П., Ланкин Д. Ф. Моделирование оптимальных стратегий ограничения коррупции // Математическое моделирование. — 2006. — Т. 18. — №12. — с. 115–124.
37. Трубецков, Д. И. Феномен математической модели Лотки-Вольтерры и сходных с ней // Известия высших учебных заведений. Прикладная нелинейная динамика. — 2011. — Т. 19. — №2. — с. 69–88.
38. Халтурина, Д., Кобзева С. Геополитические перспективы России в условиях социально-демографического кризиса // Россия и мусульманский мир. — 2010. — №2. — с. 13–20.

ФИЗИКА

Моделирование системы АИН ШИМ — линейный асинхронный двигатель ($Z_1 = 18$) с классическим типом обмотки с нулевым проводом

Емельянов Александр Александрович, доцент;

Кобзев Антон Валерьевич, студент;

Бочкарев Юрий Павлович, студент;

Козлов Алексей Максимович, студент;

Бескеткин Виктор Викторович, студент;

Авдеев Александр Сергеевич, студент;

Чернов Михаил Владимирович, студент;

Габзалилов Эльвир Фиргатович, студент

Российский государственный профессионально-педагогический университет (г. Екатеринбург)

В работе [1] рассматривался процесс математического моделирования линейного асинхронного двигателя ($2p = 2$, $Z_1 = 18$) на основе магнитных схем замещения. Питание обмотки индуктора (соединение «звезда» с нулевым проводом, классический тип укладки обмотки) осуществлялось от источника трехфазного синусоидального напряжения.

В данной работе рассматривается процесс математического моделирования линейного асинхронного двигателя (ЛАД) при питании от трехфазного автономного инвертора напряжения с широтно-импульсной модуляцией (АИН ШИМ). Результаты этой работы будут основой для создания учебно-лабораторной установки по исследованию системы АИН ШИМ — ЛАД.

Функциональная схема системы трехфазный автономный инвертор напряжения с ШИМ — линейный асинхронный двигатель приведен на рис. 1.

В этой схеме приняты следующие обозначения:

— u_a^* , u_b^* и u_c^* — задающие гармонические воздействия:

$$u_a^* = U_M \cdot \sin(\omega t);$$

$$u_b^* = U_M \cdot \sin(\omega t - 2\pi/3);$$

$$u_c^* = U_M \cdot \sin(\omega t - 4\pi/3).$$

— u_{on} — опорное напряжение, представляющее собой пилообразное, двухстороннее, симметричное напряжение с частотой модуляции значительно превышающей частоту напряжения задания.

— HO_a , HO_b и HO_c — нуль-органы, обеспечивающие сравнение сигналов задания с опорным сигналом. Если $u_{a,b,c}^* > u_{on}$ то выходные сигналы нуль-органов $f_{a,b,c}^* > 0$, иначе $f_{a,b,c}^* < 0$;

— Φ_{1a} и Φ_{2a} , Φ_{1b} и Φ_{2b} , Φ_{1c} и Φ_{2c} — формирователи сигналов управления силовыми ключами. Формирователи сигналов управления имеют взаимно инверсные релейные характеристики [2] и сепаратируют сигнал нуль-органа НО по двум каналам управления ключами инвертора. Кроме того предусматривают небольшие временные задержки включения ключей. Это необходимо для предотвращения коротких замыканий источника постоянного напряжения u_n через силовые ключи инвертора.

— f_{1a}^* и f_{2a}^* , f_{1b}^* и f_{2b}^* , f_{1c}^* и f_{2c}^* — дискретные выходные сигналы с формирователей, управляющих включением силовыми ключами.

— 1А и 2А, 1В и 2В, 1С и 2С — силовые ключи, попеременно подключающие обмотки фаз двигателя к разноименным полюсам источника постоянного напряжения u_n .

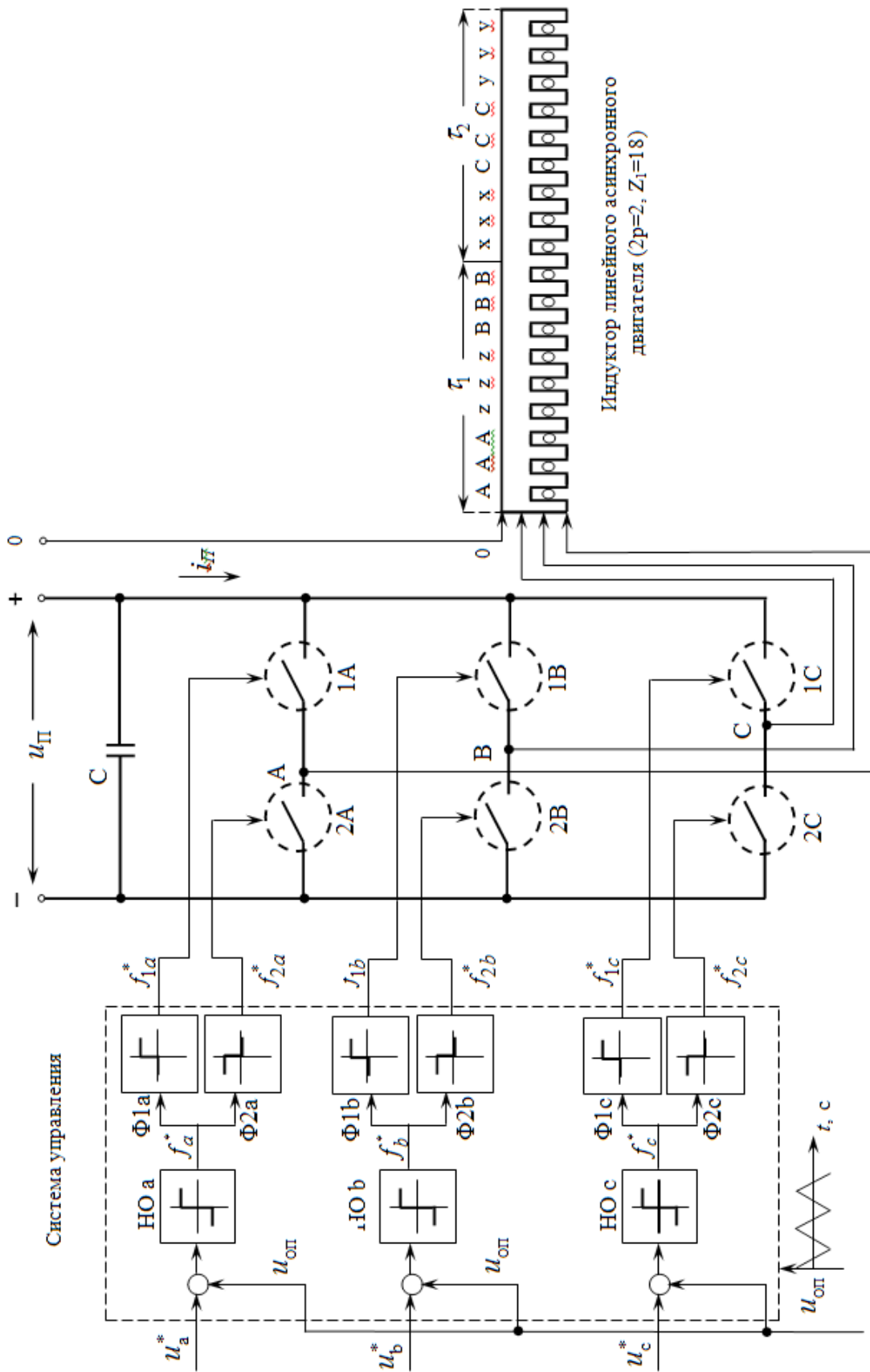


Рис. 1. Функциональная схема системы «АИН ШИМ — ЛАД» с нулевым проводом

Цифровой алгоритм расчета опорного сигнала ШИМ приведен в работе [3]. Программирование выходных сигналов нуль-органов произведен в MATLAB и имеет следующий вид:

```
dt=0.00001;
U0=1;
tau=0;
time=0;
u0p(1)=1;
pwm=-2;
f_sin=50;
f_triangle=1000;
for i=1:8000
    tau(i+1)=tau(i)+dt*f_triangle;

    time(i+1)=time(i)+dt;
    s(i+1)=3*sin(2*pi*f_sin*time(i+1));
    s_pi3(i+1)=3*sin(2*pi*f_sin*time(i+1)+pi/3);
    if tau(i+1)>=1
        tau(i+1)=tau(i+1)-1;
    end
    if (tau(i+1)>=0) && (tau(i+1)<0.5)
        f(i)=1-4*tau(i+1);
    else
        f(i)=4*tau(i+1)-3;
    end
    u0p(i+1)=U0*f(i);

    if (s(i+1)>=u0p(i+1))
        pwm(i+1)=2;
    else
        pwm(i+1)=-2;
    end

    if (s_pi3(i+1)>=u0p(i+1))
        pwm_pi3(i+1)=2;
    else
        pwm_pi3(i+1)=-2;
    end
end
subplot(2,1,1);
plot(time,s,time,u0p,time,pwm);
hold on;
axis([0 0.04 -4 4]);
subplot(2,1,2);
plot(time,s_pi3,time,u0p,time,pwm_pi3);
hold on;
axis([0 0.04 -4 4]);
```

Результаты сравнений u_a^* с u_{on} для трех значений ($U_M = 2$, $U_M = 1$ и $U_M = 0,5$) приведены на рис. 2, 3 и 4 соответственно (сплошными линиями обозначены выходные сигналы f_a^* с нуль-органа).

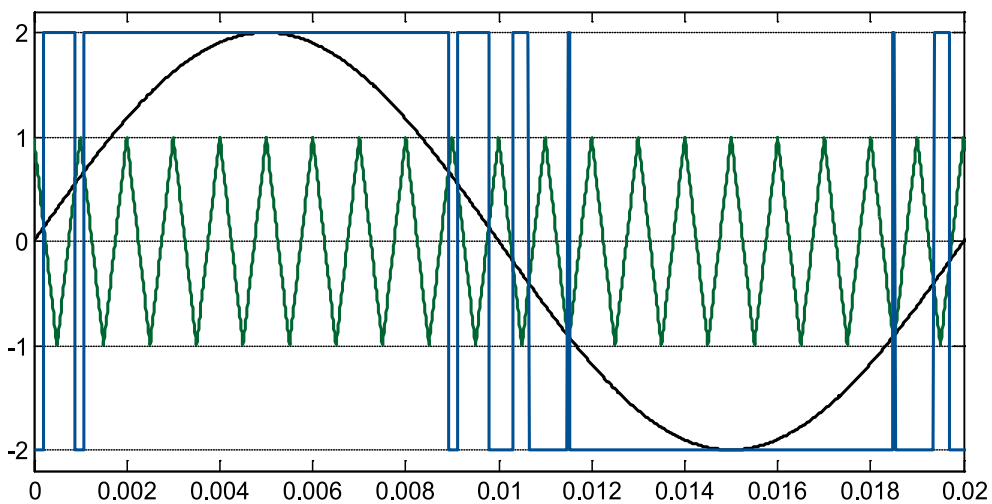


Рис. 2. Сигнал f_a^* на выходе нуля-органа HO_a при $U_M = 2$

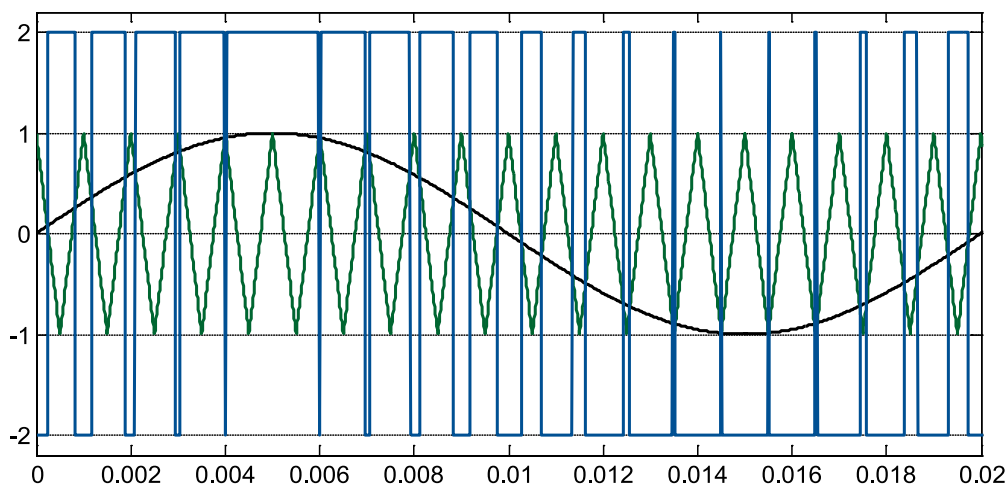


Рис. 3. Сигнал f_a^* на выходе нуля-органа HO_a при $U_M = 1$

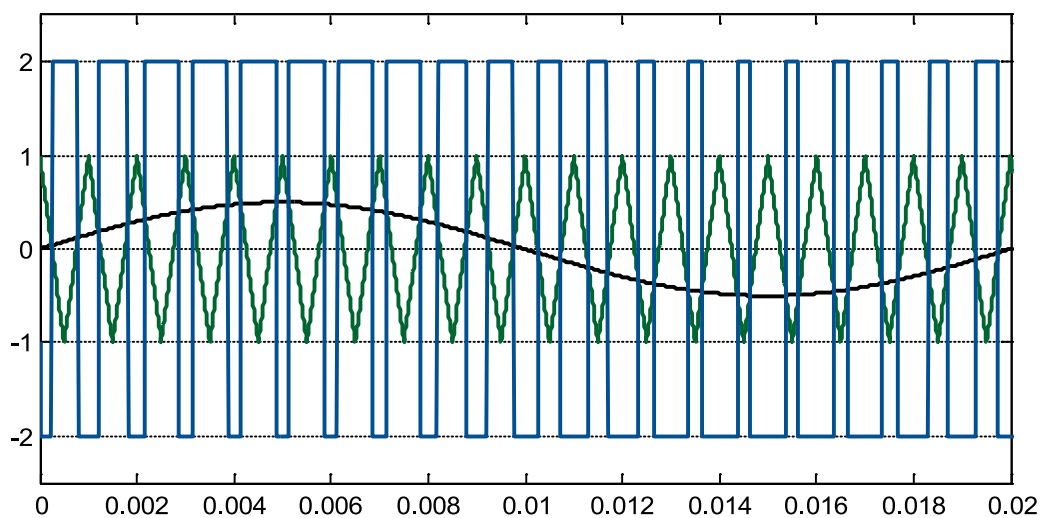


Рис. 4. Сигнал f_a^* на выходе нуля-органа HO_a при $U_M = 0,5$

Формирователи сигналов управления силовыми ключами (Φ_{1a} и Φ_{2a} , Φ_{1b} и Φ_{2b} , Φ_{1c} и Φ_{2c}) задают программу подключения фаз обмоток двигателя к источнику постоянного напряжения u_n .

Фазное напряжение в обмотке двигателя представляет собой пятиуровневую импульсную функцию [2] со значениями:

$$+\frac{2}{3}u_n, +\frac{1}{3}u_n, 0, -\frac{1}{3}u_n, -\frac{2}{3}u_n.$$

Импульсные напряжения, подаваемые на двигатель, u_a , u_b и u_c связаны с постоянным напряжением u_n и выходными сигналами нуль-органов НО_{a,b,c} f_a^* , f_b^* и f_c^* по следующей зависимости [2]:

$$\begin{bmatrix} u_a \\ u_b \\ u_c \end{bmatrix} = u_n \cdot \frac{1}{2} \cdot \begin{bmatrix} \frac{2}{3}f_a^* - \frac{1}{3}f_b^* - \frac{1}{3}f_c^* \\ -\frac{1}{3}f_a^* + \frac{2}{3}f_b^* - \frac{1}{3}f_c^* \\ -\frac{1}{3}f_a^* - \frac{1}{3}f_b^* + \frac{2}{3}f_c^* \end{bmatrix} \quad (*)$$

Уравнения (*) для решения в программном пакете MATLAB примут следующий вид:

```
dt=0.00001;
U0=1;
tau=0;
time=0;
u0p(1)=1;
pwm=-1;
um=2;
f_sin=50;
f_triangle=1000;
Um=310/2;
up=Um;

for i=1:8000
    tau(i+1)=tau(i)+dt*f_triangle;
    time(i+1)=time(i)+dt;
    s(i+1)=um*sin(2*pi*f_sin*time(i+1));
    s_2pi3(i+1)=um*sin(2*pi*f_sin*time(i+1)+2*pi/3);
    s_4pi3(i+1)=um*sin(2*pi*f_sin*time(i+1)+4*pi/3);
    if tau(i+1)>=1
tau(i+1)=tau(i+1)-1;
    end
    if (tau(i+1)>=0) && (tau(i+1)<0.5)
f(i)=1-4*tau(i+1);
    else
f(i)=4*tau(i+1)-3;
    end
    u0p(i+1)=U0*f(i);

    if (s(i+1)>=u0p(i+1))
pwm(i+1)=2;
    else
pwm(i+1)=-2;
    end
end
```

```

if (s_2pi3(i+1)>=u0p(i+1))
    pwm_2pi3(i+1)=2;
else
    pwm_2pi3(i+1)=-2;
end

if (s_4pi3(i+1)>=u0p(i+1))
    pwm_4pi3(i+1)=2;
else
    pwm_4pi3(i+1)=-2;
end
    
```

```

PWM(i+1)=up*(1/2)*((2*(pwm(i+1)))/3-(pwm_2pi3(i+1))/3-(pwm_4pi3(i+1))/3);
PWM_2pi3(i+1)=up*(1/2)*(-pwm(i+1)/3+(2*pwm_2pi3(i+1))/3-pwm_4pi3(i+1)/3);
PWM_4pi3(i+1)=up*(1/2)*(-pwm(i+1)/3-pwm_2pi3(i+1)/3+(2*pwm_4pi3(i+1))/3);
end
    
```

```

plot(time,PWM);
axis([0 0.02 -250 250]);
    
```

Результаты расчета фазного напряжения u_a для задающих сигналов с $U_M = 2$, $U_M = 1$ и $U_M = 0,5$ приведены на рис. 5, 6 и 7 соответственно.

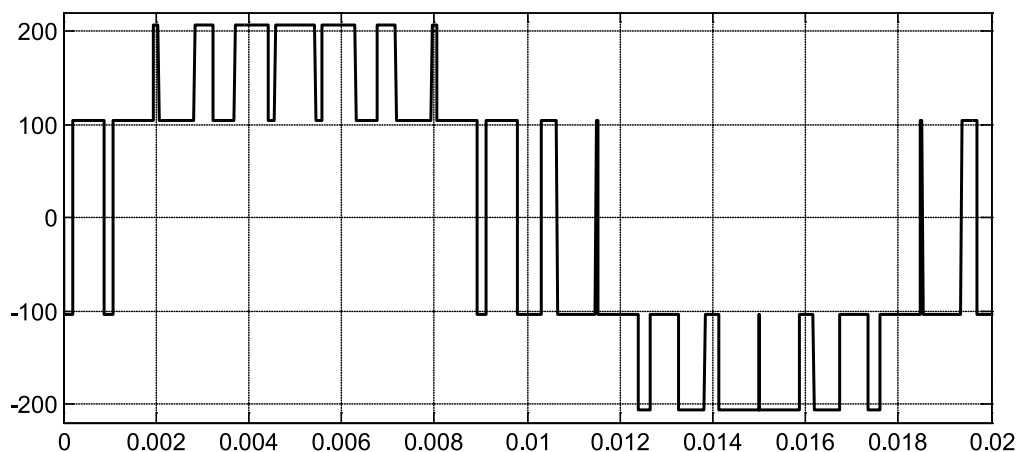


Рис. 5. Импульсное напряжение в фазе обмотки u_a при амплитуде задающего сигнала $U_M = 2$

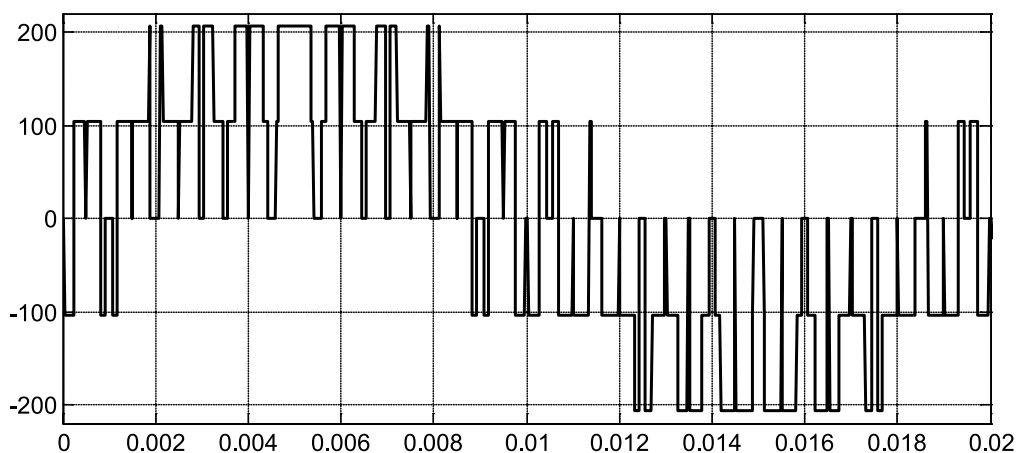


Рис. 6. Импульсное напряжение в фазе обмотки u_a при амплитуде задающего сигнала $U_M = 1$

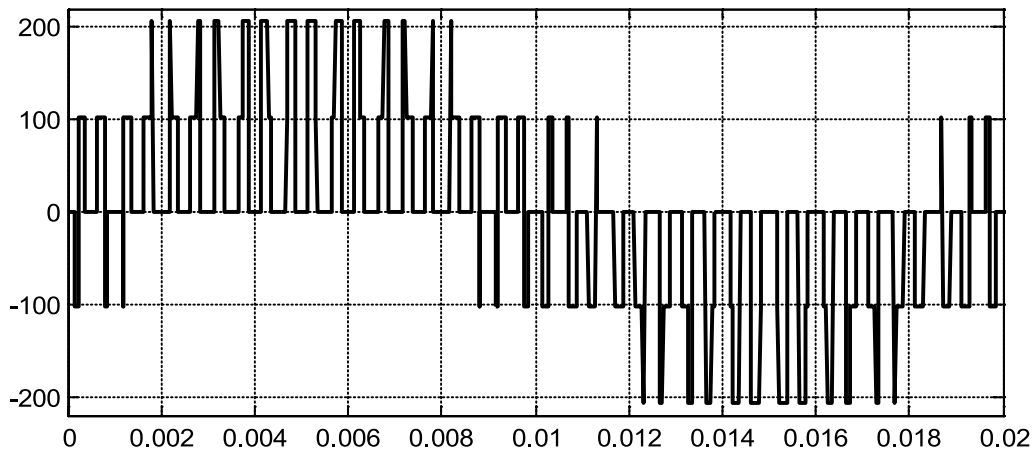


Рис. 7. Импульсное напряжение в фазе обмотки u_a при амплитуде задающего сигнала $U_M = 0,5$

Программирование системы «АИН ШИМ — ЛАД» на языке высокого уровня MATLAB имеет следующий вид:

```
% Математическая модель ЛАД с укладкой статорной обмотки классическим
% способом (z=18) с нулевым проводом
% function lad_z18_zero_PWM
% Исходные данные асинхронного двигателя
Rb=0.1003*10^7;
rs=23.75;
LsA=0.0555;
LsB=0.057;
LsC=0.0525;
rr=11.586*10^-5;
Lr=0.0558*10^-5;
dt=0.000011;
As=rs+LsA/dt;
Bs=rs+LsB/dt;
Cs=rs+LsC/dt;
tz=9.769*10^-3;
m=2.28;
v0=0;
wn=200;
f=50;
w=2*pi*f;
UA=wn/dt;
Um=310;
X=zeros(30,1);
F=0;
um=1;
kinv=310*0.5;
% начальные условия для ШИМ
tau=0;
time=0;
U0=1;
u0p(1)=1;
pwm=-1;
f_triangle=1000;
f_sin=50;
K=input('длительность цикла k=');

for k=1:(K+1)
```

```

% ШИМ
tau(k+1)=tau(k)+dt*f_triangle;
time(k+1)=time(k)+dt;
s(k+1)=um*sin(2*pi*f_sin*time(k+1));
s_2pi3(k+1)=um*sin(2*pi*f_sin*time(k+1)-2*pi/3);
s_4pi3(k+1)=um*sin(2*pi*f_sin*time(k+1)-4*pi/3);
if tau(k+1)>=1
    tau(k+1)=tau(k+1)-1;
end
    if (tau(k+1)>=0) && (tau(k+1)<0.5)
f(k)=1-4*tau(k+1);
    else
f(k)=4*tau(k+1)-3;
    end
    u0p(k+1)=U0*f(k);

    if (s(k+1)>=u0p(k+1))
pwm(k+1)=2;
    else
pwm(k+1)=-2;
    end

    if (s_2pi3(k+1)>=u0p(k+1))
pwm_2pi3(k+1)=2;
    else
pwm_2pi3(k+1)=-2;
    end

    if (s_4pi3(k+1)>=u0p(k+1))
pwm_4pi3(k+1)=2;
    else
pwm_4pi3(k+1)=-2;
    end

PWM(k+1)=kinv*(1/2)*((2*(pwm(k+1)))/3-(pwm_2pi3(k+1))/3-(pwm_4pi3(k+1))/3);
PWM_2pi3(k+1)=kinv*(1/2)*(-pwm(k+1)/3+(2*pwm_2pi3(k+1))/3-pwm_4pi3(k+1)/3);
PWM_4pi3(k+1)=kinv*(1/2)*(-pwm(k+1)/3-pwm_2pi3(k+1)/3+(2*pwm_4pi3(k+1))/3);
v(1,k)=v0; %создание вектор-строки для графика скорости
f(1,k)=sum(F); %Создание вектор-строки для графика усилия

i0(1,k)=X(30);
i_a(1,k)=X(27);
i_b(1,k)=X(29);
i_c(1,k)=X(28);

% Формирование матрицы A
A=zeros(30);

B=2*Rb*(rr+Lr/dt)+1/dt;
B1=6*Rb*(rr+Lr/dt)+(-4*Rb)*Lr*v0/(2*tz)+1/dt;
B2=55*Rb*(rr+Lr/dt)+(-45*Rb)*Lr*v0/(2*tz)+1/dt;
B3=550*Rb*(rr+Lr/dt)+(-450*Rb)*Lr*v0/(2*tz)+1/dt;
B4=1000*Rb*(rr+Lr/dt)+1/dt;
B5=550*Rb*(rr+Lr/dt)+450*Rb*Lr*v0/(2*tz)+1/dt;
B6=55*Rb*(rr+Lr/dt)+(45*Rb)*Lr*v0/(2*tz)+1/dt;
B7=6*Rb*(rr+Lr/dt)+(4*Rb)*Lr*v0/(2*tz)+1/dt;

C=-Rb*(rr+Lr/dt)+(2*Rb*Lr+1)*v0/(2*tz);

```

```

C1=-Rb*(rr+Lr/dt)+(6*Rb*Lr+1)*v0/(2*tz);
C2=-5*Rb*(rr+Lr/dt)+(55*Rb*Lr+1)*v0/(2*tz);
C3=-50*Rb*(rr+Lr/dt)+(550*Rb*Lr+1)*v0/(2*tz);
C4=-500*Rb*(rr+Lr/dt)+(1000*Rb*Lr+1)*v0/(2*tz);
C5=-500*Rb*(rr+Lr/dt)+(550*Rb*Lr+1)*v0/(2*tz);
C6=-50*Rb*(rr+Lr/dt)+(55*Rb*Lr+1)*v0/(2*tz);
C7=-5*Rb*(rr+Lr/dt)+(6*Rb*Lr+1)*v0/(2*tz);

```

```

D=-Rb*Lr*v0/(2*tz);
D1=5*D;
D2=50*D;
D3=500*D;

```

```

E=-Rb*(rr+Lr/dt)-(2*Rb*Lr+1)*v0/(2*tz);
E1=-5*Rb*(rr+Lr/dt)-(6*Rb*Lr+1)*v0/(2*tz);
E2=-50*Rb*(rr+Lr/dt)-(55*Rb*Lr+1)*v0/(2*tz);
E3=-500*Rb*(rr+Lr/dt)-(550*Rb*Lr+1)*v0/(2*tz);
E4=-500*Rb*(rr+Lr/dt)-(1000*Rb*Lr+1)*v0/(2*tz);
E5=-50*Rb*(rr+Lr/dt)-(550*Rb*Lr+1)*v0/(2*tz);
E6=-5*Rb*(rr+Lr/dt)-(55*Rb*Lr+1)*v0/(2*tz);
E7=-Rb*(rr+Lr/dt)-(6*Rb*Lr+1)*v0/(2*tz);

```

```

T=-wn*Lr*v0/(2*tz);
Y=-wn*(rr+Lr/dt);

```

```

M=Y+T;
N=Y-T;

```

```

W1=-wn*Lr/dt;
P=-Rb*Lr/dt;
Q=(2*Rb*Lr+1)/dt;

```

```

Q1=(6*Rb*Lr+1)/dt;
Q2=(55*Rb*Lr+1)/dt;
Q3=(550*Rb*Lr+1)/dt;
Q4=(1000*Rb*Lr+1)/dt;

```

```

for n=1:3
    A(3*n+1,n+26)=(-1)^(n+1)*T;
    A(3*n+2,n+26)=(-1)^(n+1)*M;
    A(3*n+3,n+26)=(-1)^(n+1)*Y;
    A(3*n+4,n+26)=(-1)^(n+1)*N;
    A(3*n+5,n+26)=(-1)^n*T;
    A(3*n+10,n+26)=(-1)^n*T;
    A(3*n+11,n+26)=(-1)^n*M;
    A(3*n+12,n+26)=(-1)^n*Y;
    A(3*n+13,n+26)=(-1)^n*N;
    A(3*n+14,n+26)=(-1)^(n+1)*T;
end;

```

```

for n=1:3
    A(30,n+26)=1;      %hh
end;
A(30,30)=-1;        %jjj
for n=1:18
    A(n+4,n+4)=B;
    A(n+5,n+4)=E;
    A(n+3,n+4)=C;

```



```

end;

for n=1:19
    A(n+2,n+4)=D;
    A(n+5,n+3)=-D;
end;

A(1,1)=B4;
A(1,2)=C5;
A(1,3)=D2;
A(2,1)=E4;
A(2,2)=B5;
A(2,3)=C6;
A(2,4)=D1;
A(3,1)=-D3;
A(3,2)=E5;
A(3,3)=B6;
A(3,4)=C7;
A(4,2)=-D2;
A(4,3)=E6;
A(4,4)=B7;
A(5,3)=-D1;
A(5,4)=E7;
A(22,23)=C1;
A(22,24)=D1;
A(23,23)=B1;
A(23,24)=C2;
A(23,25)=D2;
A(24,23)=E1;
A(24,24)=B2;
A(24,25)=C3;
A(24,26)=D3;
A(25,23)=-D1;
A(25,24)=E2;
A(25,25)=B3;
A(25,26)=C4;
A(26,24)=-D2;
A(26,25)=E3;
A(26,26)=B4;

for n=1:3
    A(27,n+4)=UA;
    A(27,n+13)=-UA;
    A(28,n+10)=UA;
    A(28,n+19)=-UA;
    A(29,n+7)=-UA;
    A(29,n+16)=UA;
end;

A(27,27)=As;
A(28,29)=Bs;
A(29,28)=Cs;

% Матрица свободных членов
S=[
    Q4*X(1)+P*(500*X(2)); %1
    Q3*X(2)+P*(500*X(1)+50*X(3)); %2
    Q2*X(3)+P*(50*X(2)+5*X(4)); %3
    Q1*X(4)+P*(5*X(3)+X(5)); %4

```

```

W1*X(27)+Q*X(5)+P*(X(4)+X(6)); %5
W1*X(27)+Q*X(6)+P*(X(5)+X(7)); %6
W1*X(27)+Q*X(7)+P*(X(6)+X(8)); %7
(-1)*W1*X(28)+Q*X(8)+P*(X(7)+X(9)); %8
(-1)*W1*X(28)+Q*X(9)+P*(X(8)+X(10)); %9
(-1)*W1*X(28)+Q*X(10)+P*(X(9)+X(11)); %10
W1*X(29)+Q*X(11)+P*(X(10)+X(12)); %11
W1*X(29)+Q*X(12)+P*(X(11)+X(13)); %12
W1*X(29)+Q*X(13)+P*(X(12)+X(14)); %13
(-1)*W1*X(27)+Q*X(14)+P*(X(13)+X(15)); %14
(-1)*W1*X(27)+Q*X(15)+P*(X(14)+X(16)); %15
(-1)*W1*X(27)+Q*X(16)+P*(X(15)+X(17)); %16
W1*X(28)+Q*X(17)+P*(X(16)+X(18)); %17
W1*X(28)+Q*X(18)+P*(X(17)+X(19)); %18
W1*X(28)+Q*X(19)+P*(X(18)+X(20)); %19
(-1)*W1*X(29)+Q*X(20)+P*(X(19)+X(21)); %20
(-1)*W1*X(29)+Q*X(21)+P*(X(20)+X(22)); %21
(-1)*W1*X(29)+Q*X(22)+P*(X(21)+X(23)); %22
Q1*X(23)+P*(X(22)+5*X(24)); %23
Q2*X(24)+P*(5*X(23)+50*X(25)); %24
Q3*X(25)+P*(50*X(24)+500*X(26)); %25
Q4*X(26)+P*500*X(25); %26
UA*(X(5)+X(6)+X(7)-X(14)-X(15)-X(16))+ (LsA/dt)*X(27)+PWM(k+1); %27
UA*(X(11)+X(12)+X(13)-X(20)-X(21)-X(22))+ (LsB/dt)*X(29)+PWM_2pi3(k+1); %28
UA*(-X(8)-X(9)-X(10)+X(17)+X(18)+X(19))+ (LsC/dt)*X(28)+PWM_4pi3(k+1); %29
0]; %30

```

% Решение методом Гаусса-Жордана

```

Z=rref([A S]); %Приведение расширенной матрицы к треугольному виду
X=Z(1:30,31:31); %Выделение последнего столбца из матрицы

```

% Ток в роторе

```

Ir=[ 1000*Rb*X(1)-Rb*(500*X(2)); %1
550*Rb*X(2)-Rb*(500*X(1)+50*X(3)); %2
55*Rb*X(3)-Rb*(50*X(2)+5*X(4)); %3
6*Rb*X(4)-Rb*(5*X(3)+X(5)); %4
-wn*X(27)+2*Rb*X(5)-Rb*(X(4)+X(6)); %5
-wn*X(27)+2*Rb*X(6)-Rb*(X(5)+X(7)); %6
-wn*X(27)+2*Rb*X(7)-Rb*(X(6)+X(8)); %7
(-1)*(-wn)*X(28)+2*Rb*X(8)-Rb*(X(7)+X(9)); %8
(-1)*(-wn)*X(28)+2*Rb*X(9)-Rb*(X(8)+X(10)); %9
(-1)*(-wn)*X(28)+2*Rb*X(10)-Rb*(X(9)+X(11)); %10
-wn*X(29)+2*Rb*X(11)-Rb*(X(10)+X(12)); %11
-wn*X(29)+2*Rb*X(12)-Rb*(X(11)+X(13)); %12
-wn*X(29)+2*Rb*X(13)-Rb*(X(12)+X(14)); %13
(-1)*(-wn)*X(27)+2*Rb*X(14)-Rb*(X(13)+X(15)); %14
(-1)*(-wn)*X(27)+2*Rb*X(15)-Rb*(X(14)+X(16)); %15
(-1)*(-wn)*X(27)+2*Rb*X(16)-Rb*(X(15)+X(17)); %16
-wn*X(28)+2*Rb*X(17)-Rb*(X(16)+X(18)); %17
-wn*X(28)+2*Rb*X(18)-Rb*(X(17)+X(19)); %18
-wn*X(28)+2*Rb*X(19)-Rb*(X(18)+X(20)); %19
(-1)*(-wn)*X(29)+2*Rb*X(20)-Rb*(X(19)+X(21)); %20
(-1)*(-wn)*X(29)+2*Rb*X(21)-Rb*(X(20)+X(22)); %21
(-1)*(-wn)*X(29)+2*Rb*X(22)-Rb*(X(21)+X(23)); %22
6*Rb*X(23)-Rb*(X(22)+5*X(24)); %23
55*Rb*X(24)-Rb*(5*X(23)+50*X(25)); %24

```

```

550*Rb*X(25)-Rb*(50*X(24)+500*X(26)); %25
1000*Rb*X(26)-Rb*(500*X(25))] ; %26

% Электромагнитное усилие
F(1)=X(2)*Ir(1)/(2*tz);
for n=1:24
    F(n+1)=(X(n+2)-X(n))*Ir(n+1)/(2*tz);
end;
F(26)=-X(25)*Ir(26)/(2*tz);

% Скорость
v0=v0+(sum(F)/m)*dt;
end;

% Построение графиков
k=0:K;
subplot(2,1,1);
plot(k*dt,v);
title('Скорость');
xlabel('t,c');
ylabel('v,m/c');
grid on;
subplot(2,1,2);
plot(k*dt,f);
title('Электромагнитное усилие');
xlabel('t,c');
ylabel('F,H');
grid on;
end

```

Временные диаграммы скорости и электромагнитного усилия линейного асинхронного двигателя при питании от АИН с амплитудой напряжения задания $u_m = 2$, $u_m = 1$ и $u_m = 0,5$ представлены на рис. 8, 9 и 10 соответственно.

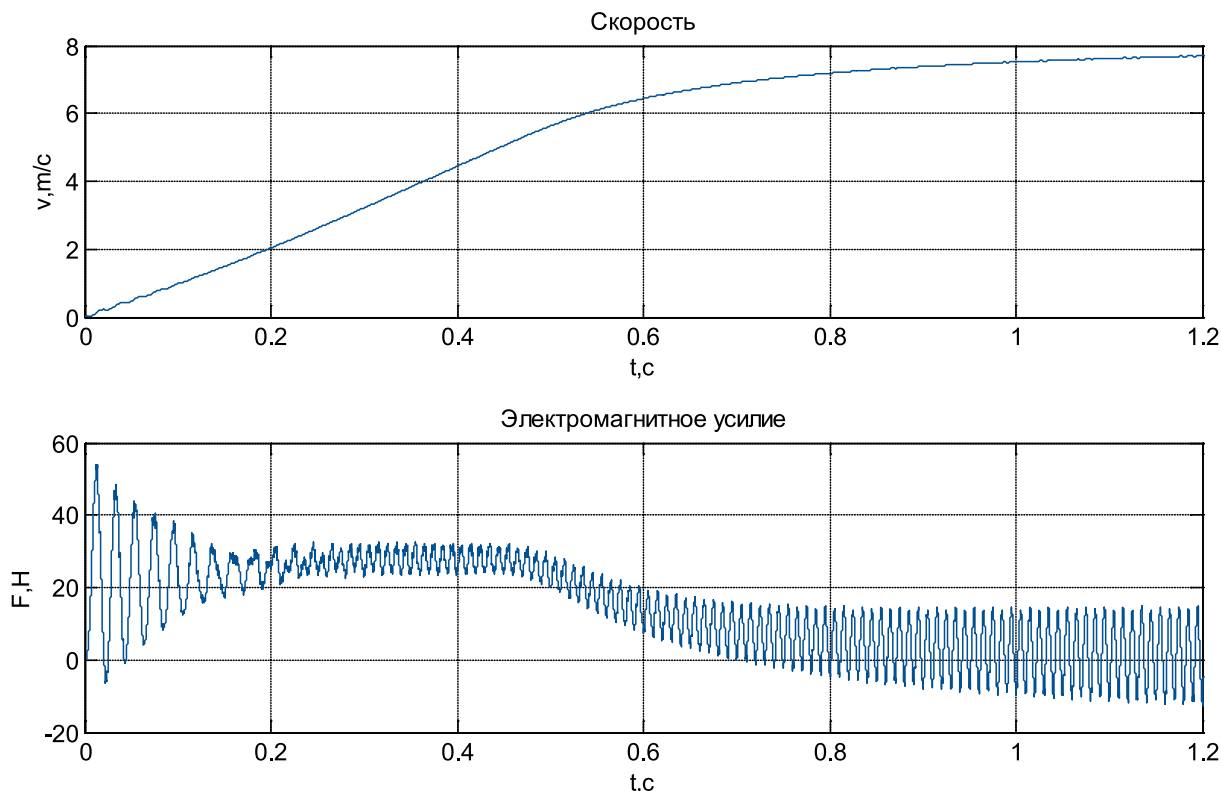
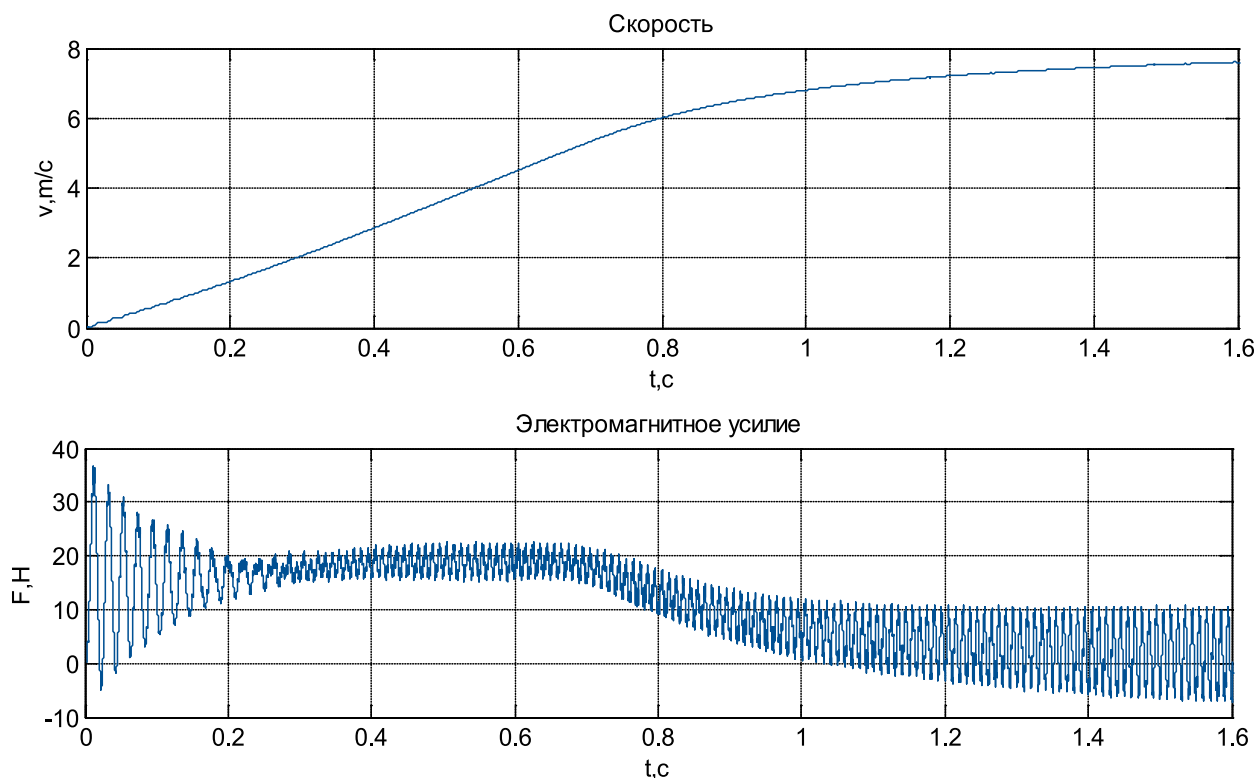
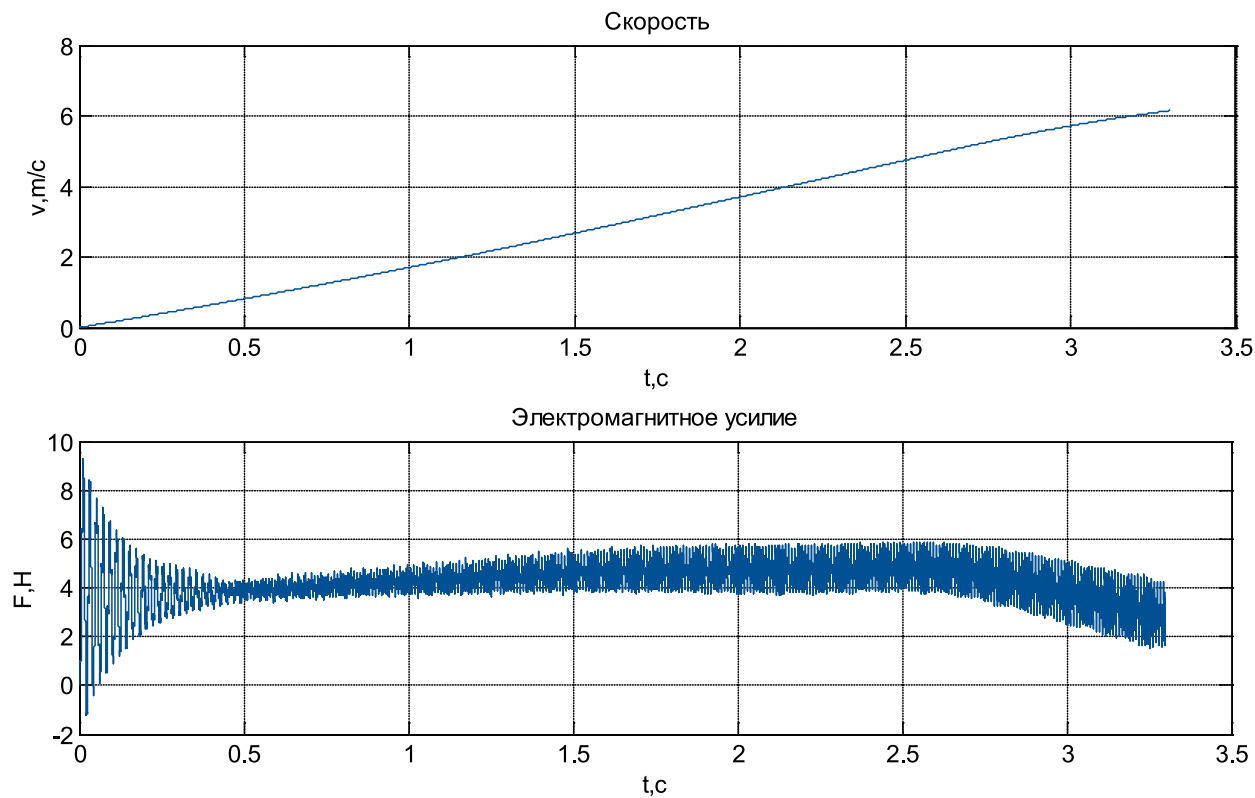


Рис. 8. Результат моделирования асинхронного двигателя при $u_m = 2$

Рис. 9. Результат моделирования асинхронного двигателя при $u_m = 1$ Рис. 10. Результат моделирования асинхронного двигателя при $u_m = 0,5$

Зависимости токов i_A^s , i_B^s , i_C^s и i_0^s даны на рис. 11 и 12.

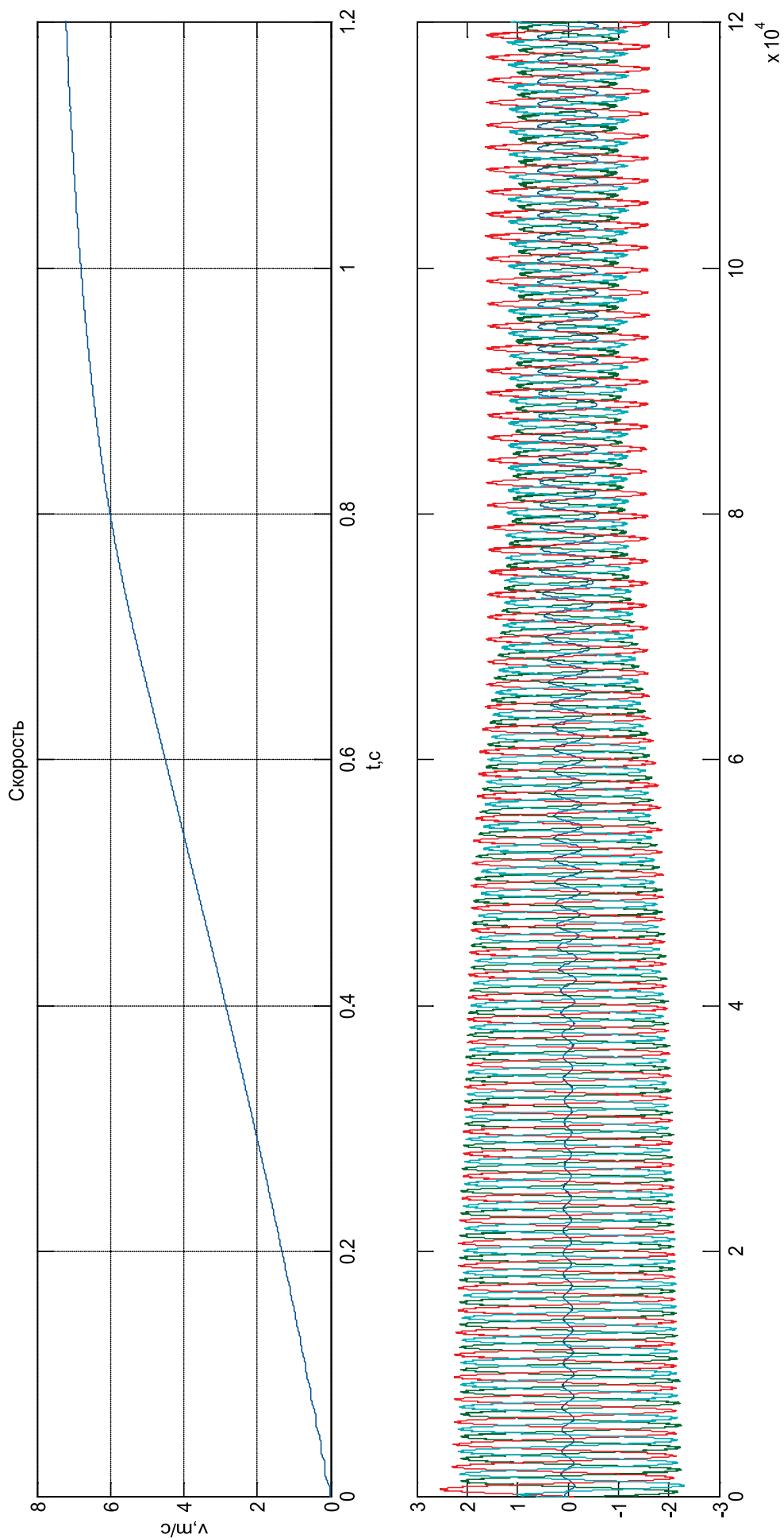


Рис. 11. Временные зависимости i_A^s , i_B^s , i_C^s и i_0^s при $k = 120000$ и $u_m = 1$

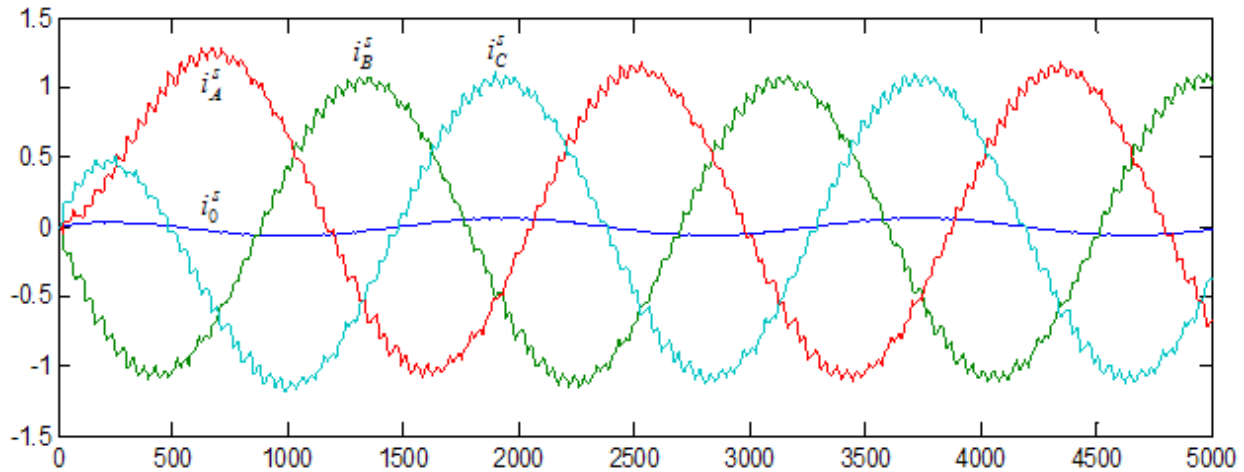


Рис. 12. Временные зависимости i_A^s , i_B^s , i_C^s и i_0^s при $k = 5000$ и $u_m = 0,5$

Литература:

1. Емельянов, А. А. и др. Программирование линейного асинхронного двигателя ($Z1 = 18$) с трехфазной обмоткой индуктора с нулевым проводом/Емельянов А. А., Кобзев А. В., Козлов А. М., Бесклеткин В. В., Бочкарев Ю. П., Авдеев А. С., Киряков Г. А., Чернов М. В., Габзалилов Э. Ф. // Молодой ученый. — 2014. — №8. — с. 20–41.
2. Шрейнер, Р. Т. Математическое моделирование электроприводов переменного тока с полупроводниковыми преобразователями частоты. — Екатеринбург: УРО РАН, 2000. — 654 с.
3. Емельянов, А. А. и др. Моделирование системы АИН ШИМ — линейный асинхронный двигатель ($Z1 = 6$) с обмоткой индуктора через ярмо/Емельянов А. А., Медведев А. В., Кобзев А. В., Козлов А. М., Бесклеткин В. В., Бочкарев Ю. П., Авдеев А. С., Чернов М. В., Габзалилов Э. Ф., Киряков Г. А. // Молодой ученый. — 2013. — № 11. — с. 18–28.
4. Емельянов, А. А. и др. Моделирование системы АИН ШИМ — линейный асинхронный двигатель ($Z1 = 12$) с классическим типом обмотки с нулевым проводом/Емельянов А. А., Кобзев А. В., Бочкарев Ю. П., Козлов А. М., Бесклеткин В. В., Авдеев А. С., Чернов М. В., Габзалилов Э. Ф., Киряков Г. А. // Молодой ученый. — 2014. — №4. — с. 47–60.
5. Емельянов, А. А. и др. Моделирование асинхронного двигателя с помощью магнитных и электрических схем замещения/Емельянов А. А., Медведев А. В., Кобзев А. В., Бочкарев Ю. П., Евдокимов О. В. // Молодой ученый. — 2013. — №4. — с. 1–10.

Исследование полупроводниковых материалов методом микроскопии сопротивления растекания

Лашкова Наталья Алексеевна, студент;

Пермяков Никита Вадимович, аспирант

Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В. И. Ульянова (Ленина)

Методы сканирующей зондовой микроскопии (СЗМ) позволяют с высоким локальным разрешением получать трёхмерное изображение поверхности, визуализировать качественное распределение и получать количественные данные о её электрических, магнитных и трибологических и других характеристиках. [1, 2]

Одним из мощных методов СЗМ является метод отображения сопротивления растекания, позволяющий выявить однородность по распределению концентрации носителей заряда, степень кристалличности нанокмпозитов, исследовать интерфейсные явления, приборные структуры, такие как НЕМТ-транзисторы [3, 4], сенсорных слоев [5, 6]

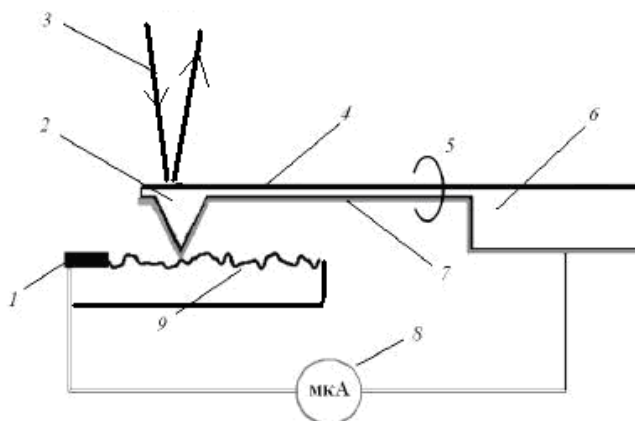


Рис. 1. Схема измерений в режиме отображения сопротивления растекания

Суть метода заключается в следующем: сканирование проводится проводящим зондом АС-микроскопа в контактном режиме, при этом сила прижима зонда к поверхности (изгиб кантилевера) поддерживается постоянной. К зонду прикладывается напряжение смещения, и регистрируется результирующий ток через образец в зависимости от положения зонда одновременно с получением данных о рельефе.

На рисунке 1 схематически показан зондовый датчик для проведения измерений в режиме сопротивления растекания, где 1 — омический контакт; 2 — зонд; 3 — лазерный луч; 4 — отражающее покрытие; 5 — кантилевер; 6 — кремниевый чип; 7 — проводящее покрытие; 8 — амперметр; 9 — поверхность образца.

В предположении постоянного контактного сопротивления зонд — поверхность при заданном смещении значение измеряемого тока пропорционально локальному сопротивлению исследуемого образца.

При измерении вольтамперных характеристик зонд, задерживаясь над поверхностью, может вызывать перегрев образца и изменение сопротивления в данной точке. [7, 8] Для того чтобы поверхность образца не подвергалась такому интенсивному воздействию, можно использовать каждое сканирование в режиме сопротивления растекания как отдельную точку для вольт-амперной характеристики.

Исследования проводились в сканирующем зондовом микроскопе ИНТЕГРА Терма со сниженным уровнем температурных дрейфов. Тип зонда и геометрия острия определяют в каких методиках можно использовать данный зонд [9]. Были использованы зондовые датчики DCP11 с алмазоподобным покрытием, которые отличаются наличием двух прямоугольных кантилеверов. Радиус закругления острия порядка 100 нм.

Исследовались полупроводниковые материалы (серия образцов, полученных химическим осаждением из газовой фазы $ZnSnO_3$; VO_2/Al на ситалле; скол GaAs; PbS/Si). На примере тестового образца (рис. 3), состоящего из напылённых на ситалловую подложку металлических площадок (Au, Ag, Ni, Ti, Al) испытывалось программное обеспечение, построенное в среде LabView (для получения ВАХ).

Проводились измерения участка $1\text{ мкм} \times 1\text{ мкм}$, при подаваемом напряжении смещения от +2 В до +4 В с шагом 0,1 В (рисунок 3).

Из программы, управляющей микроскопом, полученные данные экспортировались в формате ASCII. На первом этапе с помощью созданного программного обеспечения совмещались топографии, полученные при разных напряжениях, поскольку наличие температурного дрейфа всегда смещает область сканирования.

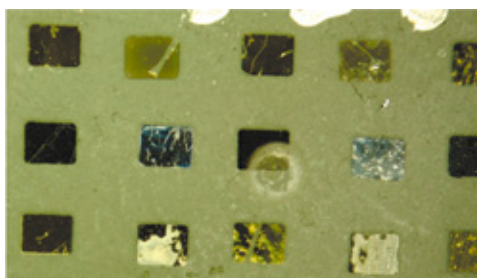


Рис. 2. Тестовый образец

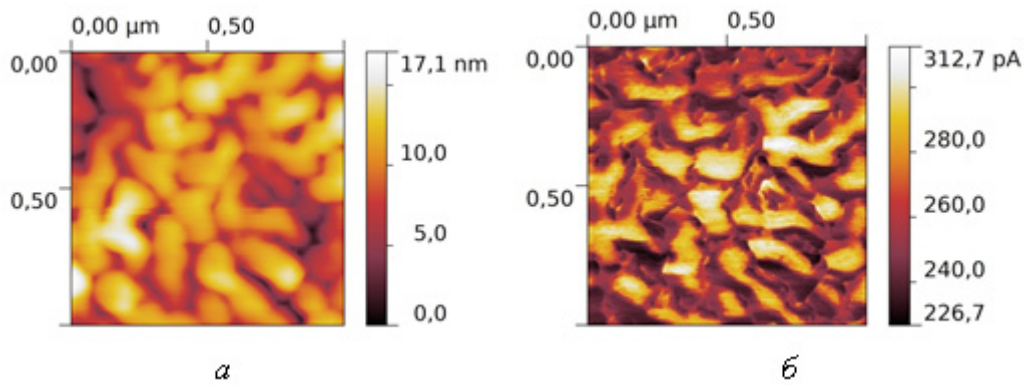


Рис. 3. АСМ-изображения Au площадки, размер скана 1 мкм × 1 мкм, напряжение +2,3 В: а — топография; б — карта распределения тока

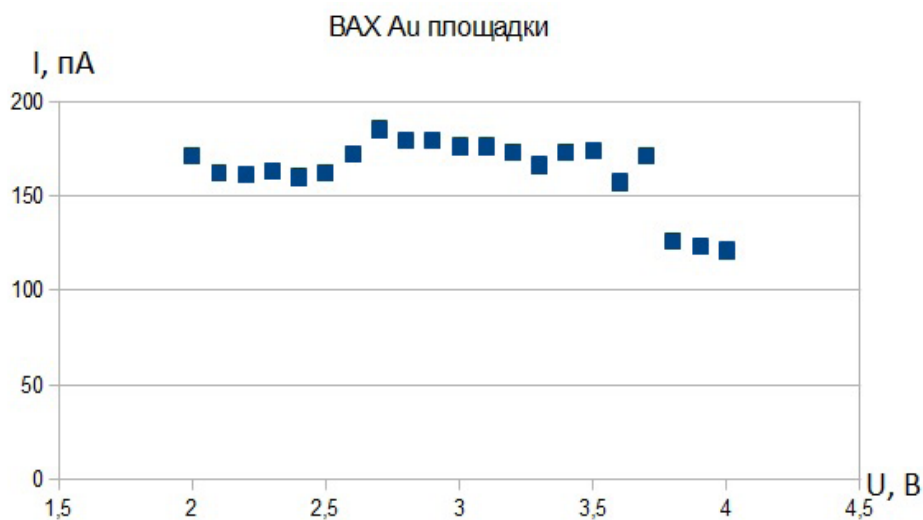


Рис. 4. Вольт-амперная характеристика Au контакта

На втором этапе пользователь выбирает точку на изображении топографии, в которой необходимо построить вольт-амперную характеристику. На третьем этапе из карты тока берутся значения тока в выбранной точке. Таким образом, на основании напряжений, при которых были получены группы изображений, и значений тока в выбранной точке карты тока строится вольт-амперная характеристика (рисунок 4).

Заключение

В работе были проведены экспериментальные исследования вольт-амперных характеристик полупроводни-

ковых и металлических структур в сканирующем зондовом микроскопе. С целью автоматизации измерений вольт-амперной характеристики было создано программное обеспечение в среде LabView, которое совмещает топографии и карты тока, измеренные при разных напряжениях смещения. Программное обеспечение позволяет построить вольт-амперные характеристики для каждой точки исследованной поверхности.

Разработанная методика позволяет решать новые материаловедческие задачи: увеличение контраста для исследования нанокompозитов, исследование материалов, где локальное измерение ВАХ приведёт к перегреву поверхности и невоспроизводимости измерений.

Литература:

1. Диагностика материалов методами сканирующей зондовой микроскопии. Учеб. пособие. Под ред. В. А. Мошников. СПб.: Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2012. 172 с.
2. Мошников, В. А., Спивак Ю. М. Атомно-силовая микроскопия для нанотехнологии и диагностики: Учеб. пособие. СПб.: Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2009. 80 с.

3. Козловский, Э.Ю., Спивак Ю.М., Мошников В.А., Пономарёва А.А., Селезнёв Б.И., Иванов Н.Н., Желанов А.В. Транзисторные структуры типа рНЕМТ: исследование особенностей полупроводниковой гетероструктуры методами атомно-силовой микроскопии // Науч.-техн. Ведомости СПбГПУ. 2010. Вып. 1. с. 18–29.
4. С.В. Платонов, Н.В. Пермяков, Б.И. Селезнёв, В.А. Мошников, Э.Ю. Козловский, А.М. Осипов. Малошумящие арсенид-галлиевые усилители при воздействии электромагнитных помех повышенной интенсивности. Вестник новгородского государственного университета, серия технические науки, №67, 2012, стр. 29–32.
5. Грачёва, И.Е., Мошников В.А. Анализ газочувствительных фрактальных структур на основе диоксида олова методом атомно-силовой микроскопии // Известия СПбГЭТУ «ЛЭТИ». 2008. №5. С 3–10.
6. Спивак, Ю.М., Муратова С.Е.Н., Петенко О.С., Травкин П.Г. Определение параметров пористой структуры в por-Si и $\text{por-Al}_2\text{O}_3$ путем компьютерной обработки данных растровой и атомно-силовой микроскопии // Молодой ученый. 2012. №5. с. 1–4.
7. Канагеева, Ю.М., Мошников В.А. Исследование свойств матриц на основе In/PbTe методами атомно-силовой микроскопии с помощью специальной системы наноконтактов. // Вакуумная техника и технология. 2008. Т. 18. №2. с. 87–94.
8. Канагеева, Ю.М., Мошников В.А., Arnold M., Zogg H., Felder F., Rahim M. Электрофизические свойства фотодиодов на основе эпитаксиальных слоёв для среднего ИК-диапазона // Вакуумная техника и технология. 2008. Е. 18. №1. с. 3–8.
9. Пермяков, Н.В. Расширение функциональных возможностей зондов атомно-силовых микроскопов электрохимическими методами // Молодой учёный. 2012. №12. с. 10–14.

О регуляризации теплового процесса при неразрушающем контроле теплофизических свойств

Никулин Сергей Сергеевич, кандидат технических наук;

Висков Олег Викторович, студент;

Попов Александр Юрьевич, студент;

Стромов Борис Александрович, студент

Тамбовский государственный технический университет

В экспериментальной теплофизике различают две большие группы методов определения теплофизических свойств (ТФС) материалов: стационарные и нестационарные. Определение ТФС стационарным методом основано на том, что тепловой поток, проходящий через исследуемое тело во время проведения измерений, сохраняется постоянным по величине и направлению. Существующие стационарные методы отличаются друг от друга способами учета и компенсации потерь, формами и размерами исследуемых образцов, размещением нагревателей, конструкцией измерительных ячеек и зондов, приемами регистрации и обработки измерительной информации [1–3].

Следует отметить, что стационарные методы практически непригодны для определения ТФС материалов и изделий без нарушения их целостности. Серьезными недостатками стационарных методов являются большая длительность экспериментов, необходимость использования специально подготовленных образцов.

Методы определения ТФС материалов, основанные на закономерностях нестационарного потока тепла, можно разделить на методы регулярного режима и методы, основанные на определении параметров нестационарного температурного поля на начальной стадии его развития.

Различают регулярные режимы 1-го, 2-го и 3-го рода. Общая теория методов регулярного режима разработана Кондратьевым Г.М. и его учениками [3, 4].

Основными недостатками методов регулярного режима являются: длительность эксперимента; возможность проведения измерений только на специально подготовленных образцах определенной формы. Последнее затрудняет применение этих методов для неразрушающего контроля (НК) ТФС материалов.

Наиболее приемлемыми для НК ТФС материалов являются методы, основанные на определении параметров нестационарного температурного поля на начальной стадии процесса теплопроводности. В данных методах нестационарного теплообмена исследуемый образец моделируется в виде полуограниченного тела, что значительно уменьшает длительность эксперимента [5–7].

Отличительной чертой этих методов является то, что они не требуют изготовления образцов строго заданной формы и размеров, а подготовка к эксперименту заключается только в небольшой обработке ограниченного участка поверх-

ности исследуемого образца, на который помещается измерительное устройство — зонд. С помощью зонда воздействуют тепловым потоком на исследуемое тело, снимают информацию о тепловом процессе и на ее основе по заданному алгоритму отыскивают значения ТФС.

Задачи по определению ТФС относятся к классу обратных задач моделирования [1]. Например, ТФС определяются на основе косвенных измерений — по температурному отклику образца на внешнее тепловое воздействие. Такие задачи, в общем случае, являются некорректно поставленными по Адамару и требуют, чтобы исследователи учитывали этот факт при построении математической модели процесса определения ТФС. В литературе в течение длительного времени была широко распространена точка зрения, что только корректно поставленные математические задачи могут описывать физические явления. Позже, помимо требований корректности по Адамару, было сформулировано понятие корректности по Тихонову. Подход А. Н. Тихонова позволил теоретически обоснованно решать обратные задачи, в том числе — обратные задачи теплопроводности.

Некорректность задачи по определению ТФС материалов будет определяться следующими факторами: непосредственно снимаемая экспериментальная информация (чаще всего температура) измеряется с определенной случайной погрешностью ($\Delta T_{\text{сл}}$); математическая модель, описывающая процессы, происходящие при измерении, является приближенной, вследствие чего при обработке экспериментально снятой информации возникают систематические погрешности ($\Delta T_{\text{сист}}$).

Рассмотрим, как эти два фактора проявляют себя при обработке экспериментальных данных. Будем считать, что в процессе эксперимента измеряется температура в фиксированные моменты времени и в заданной точке исследуемого образца [9, 10].

Тогда можем записать:

$$T_{\text{экс}}(\tau_i) = T_{\text{м}}(\tau_i) + \Delta T_{\text{сл}}(\tau_i) + \Delta T_{\text{сист}}(\tau_i), \quad i = 0, 1, 2, \dots, \quad (1)$$

где $T_{\text{экс}}$ — экспериментально снимаемая температура; $T_{\text{м}}$ — модельная температура (ее вид известен из решения математической модели, положенной в основу метода измерения); $\Delta T_{\text{сл}}$ — случайная составляющая погрешности измерения температуры; $\Delta T_{\text{сист}}$ — систематическая погрешность, вызванная тем, что математическая модель приближенно описывает процессы, происходящие при измерении; τ_i — моменты времени, в которые измеряется температура.

Случайную погрешность $\Delta T_{\text{сл}}$ можно рассматривать как случайную величину с нормальным или другим законом распределения. Ее конкретная величина зависит от используемых технических средств. Кроме того при исследовании композиционных материалов, представляющих собой сложные гетерогенные системы, к погрешности $\Delta T_{\text{сл}}$ будет добавляться погрешность, связанная с различием локальных значений ТФС от их средних значений для данного материала [8, 11].

Погрешность $\Delta T_{\text{сист}}$ будет в общем случае величиной, зависящей от времени и свойств материала, ее нельзя рассматривать как случайную величину.

Температура $T_{\text{м}}$ представляет собой функцию времени, связывающую измеряемую температуру с геометрическими размерами, начальными и граничными (видом теплового воздействия) условиями, а также ТФС исследуемого материала. Как указывалось выше, вид функции $T_{\text{м}}$ известен, то есть, можно записать

$$T_{\text{м}} = T_{\text{м}}(\{a_j\}, \tau_i), \quad (2)$$

где $\{a_j\}$ — коэффициенты (параметры) модели, по которым определяются искомые ТФС ($a_j = f(\text{ТФС материала})$).

В свою очередь, для $\Delta T_{\text{сист}}$ также можно записать

$$\Delta T_{\text{сист}} = \Delta T_{\text{сист}}(\{b_j\}, \tau_i), \quad (3)$$

где $\{b_j\}$ — коэффициенты, зависящие от ТФС исследуемого образца и неучтенных факторов. В качестве этих факторов обычно выступают термические сопротивления, теплоемкости нагревателей и термоприемников и др. ($b_j = f(\text{ТФС материала, неучтенные факторы})$). Причем конкретный вид уравнения (2) обычно неизвестен.

Для обработки экспериментальных данных, с целью расчета ТФС, обычно используют два варианта.

По первому варианту, который применительно к неразрушающим контактным методам используется чаще всего, ТФС определяются на основе отдельных измерений температуры в заданные моменты времени. Например, если определяются два теплофизических свойства, то записывают два уравнения, соответствующих моментам времени τ_{k1} и τ_{k2} :

$$T_{\text{экс}}(\tau_{k1}) = T_{\text{м}}(\{a_{1,2}\}, \tau_{k1}), \quad (4)$$

$$T_{\text{экс}}(\tau_{k2}) = T_{\text{м}}(\{a_{1,2}\}, \tau_{k2}). \quad (5)$$

Так как $T_{\text{экс}}(\tau_{k1})$, $T_{\text{экс}}(\tau_{k2})$, τ_{k1} , τ_{k2} известны, то решив систему (3) — (4), находят коэффициенты a_1 , a_2 , а по ним — искомые ТФС. Такой вариант решения обратной задачи имеет следующие недостатки. Во-первых, используется только малая часть полученной измерительной информации. Во-вторых, погрешность определения ТФС зависит от выбо-

ра τ_{k1} , τ_{k2} и определяемых ТФС. Причем, ошибочный выбор τ_{k1} , τ_{k2} может привести к тому, что $T_m(\tau_k)$ будет по величине сравнима с $\Delta T_{\text{сист}}(\tau_k)$ и погрешность определения ТФС будет неоправданно высокой. В-третьих, вследствие того, что ТФС определяются на основе отдельных измерений, значительное влияние на точность определения ТФС будет оказывать погрешность, связанная с неоднородностью исследуемого материала, что особенно важно для композиционных материалов [8].

По второму варианту ТФС определяются на основе всей снятой термограммы. В этом случае чаще всего используют следующий подход. Считают, что экспериментальные данные описываются уравнением (1) на всем временном интервале измерений. Затем, по методу наименьших квадратов проводится оценка параметров модели $\{a_j\}$. Здесь предполагается, что

$$T_{\text{экс}i} = T_m(\{a_j\}, \tau_i) + \Delta_i, \tag{6}$$

где Δ_i — скрытая ошибка, имеющая известное распределение (обычно нормальное) с математическим ожиданием равным 0.

Кроме того, предполагается, что Δ не зависит от τ . Однако, если сравнить (1) и (6), то можем видеть, что

$$\Delta_i = \Delta T_{\text{сл}}(\tau_i) + \Delta T_{\text{сист}}(\tau_i). \tag{7}$$

На самом деле Δ не является случайной величиной с математическим ожиданием равным нулю, и, кроме того, Δ зависит от τ . Из теории математической статистики известно, что в этом случае оценки параметров модели $\{a_j\}$ будут смещенными и неэффективными. Практически, это означает, что при подобном «лобовом» подходе погрешность определения коэффициентов $\{a_j\}$ может быть выше, чем при первом варианте обработки экспериментальных данных (определенные при таком подходе значения $\{a_j\}$ могут не соответствовать их физическому смыслу, например, оказаться отрицательными, когда по своему физическому смыслу должны быть положительными). Кроме того, так как модель $T_m = T_m(\{a_j\}, \tau_i)$ в общем случае является нелинейной как по параметрам ($\{a_j\}$), так и по независимой переменной (τ), то значения $\{a_j\}$ будут также зависеть от начально заданного приближения (неустойчивость модели).

Вышесказанное особенно важно для контактных методов НК ТФС, так как здесь на ход эксперимента оказывают влияние куда больше факторов, чем в случае, если ТФС определяются при помощи стационарной установки на специально подготовленных образцах. И даже, если удастся получить вид зависимости $\Delta T_{\text{сист}} = \Delta T_{\text{сист}}(\{b_j\}, \tau_i)$, то для ее вычисления требуется информация, которая или заранее неизвестна (например, термические сопротивления), или трудноопределима (например, теплоемкость нагревателя) [8].

Часто, для уменьшения влияния $\Delta T_{\text{сист}}$ используют, так называемую, модель введения поправок. Такой подход имеет следующие недостатки. Во-первых, не решается вопрос о более полном использовании информации, полученной в результате эксперимента (т.к. используются отдельные точки термограммы). Во-вторых, остается нерешенным вопрос о выборе моментов времени, в которые необходимо проводить измерения. В-третьих, так как модель введения поправок базируется на эмпирической формуле, то для расчета ее параметров необходимо иметь достаточное количество образцов с известными ТФС. Причем диапазон достоверного определения ТФС по этой модели будет определяться имеющимися образцами с известными ТФС.

Анализ литературных данных показал, что наиболее точно учитываются как систематические, так и случайные погрешности в методах, основанных на регулярном тепловом режиме [3, 4]. А.В. Лыковым было показано [1], что регулярные тепловые режимы первого и второго рода имеют общее свойство, которое характеризуется независимостью от времени отношения теплового потока q в любой точке тела к потоку тепла на его поверхности q_n . В частном случае, когда на поверхности образца действует источник тепла постоянной мощности, в теле возникает стационарное поле тепловых потоков.

Характерной особенностью методов измерения ТФС, основанных на регулярном тепловом режиме, является простота расчетных формул. Математическая модель, описывающая термограмму, чаще всего является линейной по параметрам или легко линеаризуется. Систематические погрешности учитываются в виде независимых от времени и простых по форме поправок. Однако основная часть этих методов базируется на моделях для тел конечных размеров (пластина, цилиндр, шар). В то время как большая часть методов НК базируются на моделях полупространства (плоского, цилиндрического, сферического). Можно показать, что вышеприведенное высказывание А.В. Лыкова применимо и для таких моделей. Однако, в этом случае нужно говорить не о регулярном тепловом режиме для всего тела в целом (т.к. оно принимается неограниченным), а о регуляризации теплового процесса только для какой-то определенной области тела. В этом случае, ход термограммы будет определяться, прежде всего, внутренними слоями исследуемого образца. Основными источниками систематических погрешностей в контактных неразрушающих методах контроля ТФС являются неучтенные процессы в области нагревателя и теплоприемников (термические сопротивления, теплоемкости и др.).

Отсюда можно сделать вывод, что, если проводить измерение ТФС основываясь только на участках термограммы, соответствующих регуляризации теплового режима в области нагревателей и термоприемников, то, во-первых, расчетные соотношения будут простыми и во многих случаях линейными по параметрам; во-вторых, систематические погрешности будут либо значительно меньшими, чем случайные, либо будут носить постоянный характер, т. е. не будут зависеть от времени ($\Delta T_{\text{сист}} = \text{const}$).

Литература:

1. Лыков, А. В. Теория теплопроводности/А. В. Лыков. — М.: Высшая школа, 1967. — 599 с.
2. Платунов, Е. С. Теплофизические измерения и приборы/Е. С. Платунов, С. Е. Буравой, В. В. Курепин, Г. С. Петров. — Л.: Машиностроение, 1986. — 256 с.
3. Кондратьев, Г. М. Регулярный тепловой режим. — М.: Гостехиздат, 1954. — 408 с.
4. Кондратьев, Г. М. Тепловые измерения. — М. — Л.: Машгиз, 1956. — 253 с.
5. Жуков, Н. П. Моделирование процесса теплопереноса от плоского источника тепла постоянной мощности при теплофизических измерениях/Н. П. Жуков, Н. Ф. Майникова // Инженерно-физический журнал. — 2005. — Т. 78, №6. — с. 56–63.
6. Майникова, Н. Ф. Измерительно-вычислительная система неразрушающего теплофизического контроля/Н. Ф. Майникова, Н. П. Жуков // Приборы и техника эксперимента. — 2005. — №2. — с. 153–154.
7. Жуков, Н. П. Измерительно-вычислительная система неразрушающего контроля теплофизических свойств/Н. П. Жуков, Н. Ф. Майникова // Приборы и техника эксперимента. — 2005. — №3. — с. 164–166.
8. Майникова, Н. Ф. Об одном методе термического анализа для неразрушающего контроля теплофизических свойств полимеров/Н. Ф. Майникова, И. В. Рогов, А. А. Балашов // Пластические массы. — 2001. — №2. — с. 30 — 33.
9. Жуков, Н. П. Моделирование процесса теплопереноса от плоского источника тепла при теплофизических измерениях/Н. П. Жуков, Ю. Л. Муромцев, Н. Ф. Майникова // Вестник Тамбовского государственного технического университета. — 1999. — Т. 5, №4. — с. 543–553.
10. Майникова, Н. Ф. Исследование теплофизических свойств композитов строительного назначения/Н. Ф. Майникова, И. В. Рогов, З. М. Селиванова // Вестник Тамбовского государственного технического университета. — 1999. — Т. 5, №2. — с. 285–289.
11. Жуков, Н. П. Анализ погрешностей метода измерения теплофизических характеристик композитов. Оценка случайных погрешностей/Н. П. Жуков, Н. Ф. Майникова, И. В. Рогов // Вестник Тамбовского государственного технического университета. — 2000. — Т. 6, №3. — с. 416–424.

Определение температурных зависимостей теплопроводности эпоксидных связующих

Никулин Сергей Сергеевич, кандидат технических наук;

Попов Александр Юрьевич, студент;

Висков Олег Владимирович, студент;

Яцков Евгений Владимирович, студент

Тамбовский государственный технический университет

Эпоксидные полимеры (ЭП) являются важнейшим классом реактопластов, широко применяемым в различных областях техники (авиа-, вертолето-, машино-, и приборостроение, электроника, строительство, производство лакокрасочных материалов и др.). ЭП используются в качестве клеев, красок, в заливочных и пропитывающих составах, для производства полимерных композиционных материалов (ПКМ) конструкционного назначения. Широкая сфера применения данных материалов обусловлена большим ассортиментом эпоксидных олигомеров разных классов, возможностью варьиро-

вания типом, природой отвердителя и условиями процесса отверждения. Подавляющее большинство материалов на основе ЭП являются прочными, жесткими, химически и термически стойкими [1, 2].

Следует отметить, что эпоксидные олигомеры и полимеры также широко используются в качестве матриц для получения углепластиков, характеризующихся сочетанием высокой прочности и жесткости с малой плотностью, низким температурным коэффициентом трения, высокими тепло- и электропроводностью, износостойкостью, устойчивостью к термическому и радиацион-

ному воздействию. Полимерные эпоксидные композиции с электропроводящими наполнителями достигли того технического уровня, при котором они выдерживают конкуренцию с традиционными электропроводящими материалами [3, 4].

В данной работе экспериментальные исследования температурных зависимостей теплопроводности проводились на образцах материалов, в качестве матриц которых использованы эпоксидные и эпоксиноволачные смолы (ЭД-20, DEN-425, DEN-431).

Диановая эпоксидная смола марки ЭД-20 (ГОСТ 10587–84) представляет собой растворимый и плавкий реакционноспособный продукт конденсации эпихлоргидрина и дифенилопропана в щелочной среде. Смола ЭД-20 отверждена ароматическим амином. Полимеры на основе низкомолекулярных эпоксидных смол наряду с высокой термостойкостью обладают значительной хрупкостью, которая может быть снижена при введении в композиции специальных модификаторов и отвердителей. Применяется для получения пресс-материалов, порошков для напыления, лаковых покрытий.

DEN-425 представляет собой жидкую эпоксидную новолачную смолу, которая заполняет пробел между эпоксидными смолами на основе бифенола-*F* и вязкими эпоксидными новолачными смолами. Благодаря высокому коэффициенту функциональности ($\pm 2,5$) продукт образует густоразветвленную сетчатую структуру, которая приводит к высокой термостойкости и стойкости к химическим воздействиям. В качестве отвердителя использован ИМТГФА — изометилтетрагидрофталевый ангидрид. В качестве ускорителя связующего использован УП 606/2–2,4,6-трис (диметиламинометил) фенол.

DEN-431 представляет собой эпоксидную новолачную смолу с мультиэпоксидной функциональностью ($\pm 2,8$), которая применяется в адгезивах, электрических и слоистых пластиках конструктивного назначения, покрытиях. Смола DEN-431 демонстрирует высокую химическую стойкость и высокие рабочие показатели при повышенных температурах. В качестве отвердителя использован метилэндиковый ангидрид (МЭА). В качестве ускорителя связующего использован также УП 606/2.

Исследования температурных зависимостей теплопроводности отвержденных эпоксидных материалов проводили на измерительной системе (ИС), позволяющей в одном краткосрочном эксперименте определять температурные зависимости теплопроводности материалов через определяемые программно интервалы температуры. Для измерения теплопроводности используется метод динамического — калориметра [5].

Измерительная система построена в результате существенной модернизации измерителя теплопроводности ИТ-400 [6–8].

Схема ИС представлена на рис. 1. Ядром ИС является измерительная ячейка, которая состоит из адиабатной оболочки 1, основания 5, тепломера 4 и стержня 2, между которыми устанавливается испытуемый об-

разец 3. Чувствительными элементами ИС являются термопары, холодные спаи которых припаяны к входам блока холодных спаев 9. Входы блока термостатированы массивным алюминиевым блоком, температура которого определяется встроенным в него датчиком с потенциальным выходом. Сигнал *H* от датчика, а так же сигналы *A* от термопар поступают на входы аналого-цифровой платы РС1 — 1202Н (АЦП: 12 бит, 44 кГц. ЦАП: 12 бит). Плата 11, сопряженная с компьютером 10, имеет программно-управляемый усилитель сигналов, что позволяет изменять диапазон подаваемого напряжения. Компенсация температуры холодных спаев производится программным обеспечением ИС. Термостатирование адиабатической оболочки реализуется программным обеспечением (ПО) системы через выходные каналы ЦАП платы. Напряжение питания основного электрического нагревателя измерительной ячейки обеспечивает соблюдение условий установившегося теплового режима второго рода при разогреве образца. Программное управление при реализации эксперимента осуществляется ПО на языке Delphi.

Управление процессом измерения осуществляется разработанным ПО. Разработанная программа обрабатывает данные, поступающие с термопар ИС. Управление процессом измерения осуществляется ПО, посылая сигналы *G* через ЦАП на блок питания и регулирования 12. Управление процессом нагрева осуществляется за счет изменения мощности, выделяемой нагревателями 6 и 7.

С целью защиты элементов измерительной ячейки (ИЯ) от перегрева в состав ИС включен блок аппаратной защиты и коммутации 13. Основной частью блока является реле, реагирующее на сигнал *D* от датчика температуры 8 и защищающее ИЯ от перегрева. Блок реализует алгоритм коммутации посредством релейной части, а также управляет силовым реле 14, подключающим блок питания и регулирования к сети 15.

Калибровку ИС проводили по аттестованным образцам (стекло КВ, стекло ТФ-1, медь) с определением таких констант как коэффициент преобразования тепломера и поправки на величину контактных термических сопротивлений между образцом и поверхностью тепломера (рис. 2). Сбор информации производится в режиме монотонного нагрева со скоростью 1 °С в минуту.

Зависимости теплопроводности эпоксидных связующих от температуры представлены на рис. 3. Каждая из зависимостей 1–3 представляет собой результат усреднения пяти параллельных опытов.

Значения теплопроводности эпоксиноволачных полимеров несколько ниже значений теплопроводности дианового эпоксидного полимера ЭД-20 во всем исследуемом температурном интервале. Обладая густоразветвленной сетчатой структурой, которая приводит к высокой химической стойкости и высоким рабочим показателям при повышенных температурах, эпоксиноволачные полимеры DEN425 и DEN431 имеют близкие значения теплопроводности, находящиеся в пределах 0,2–0,21 Вт/(м·К)

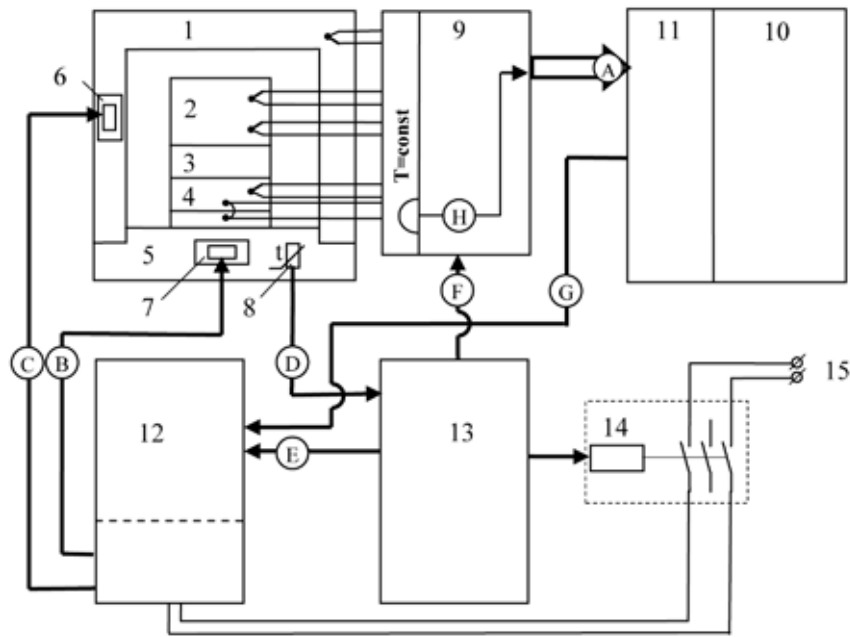


Рис. 1. Схема измерительной системы: 1 — адиабатная оболочка; 2 — стержень; 3 — образец; 4 — термомер; 5 — основание; 6 — нагреватель оболочки; 7 — нагреватель основания; 8 — датчик температуры; 9 — блок холодных спаев; 10 — ПК; 11 — РСІ совместимая плата АЦП/ЦАП; 12 — блок питания и регулирования; 13 — блок аппаратной защиты и коммутации; 14 — реле; 15 — сеть 220В, 50Гц; А — измерительные сигналы термопар; В — питание нагревателя основания; С — питание нагревателя оболочки; D — сигнал от датчика температуры основания; E — питание блока питания и регулирования; F — питание блока холодных спаев; G — сигнал, управляющий нагревом; H — сигнал с датчика температуры холодных спаев термопар.

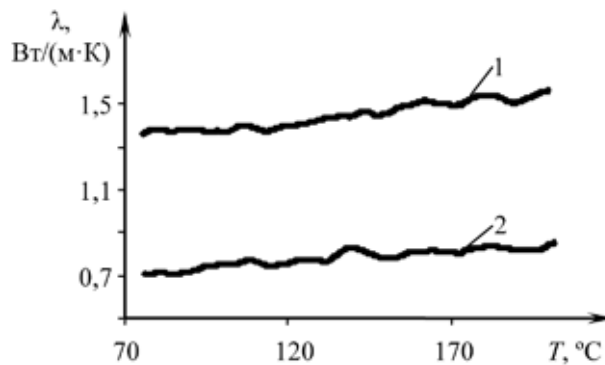


Рис. 2. Зависимости теплопроводности аттестованных образцов из стекла КВ (1) и стекла ТФ-1 (2) от температуры

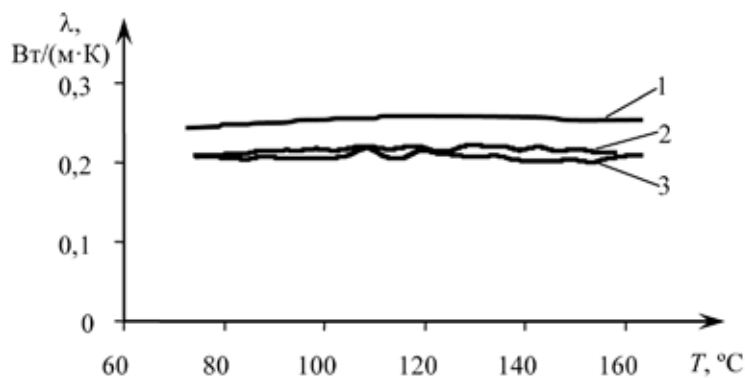


Рис. 3. Зависимости теплопроводности от температуры для материалов: 1 — ЭД-20; 2 — DEN425+ИМТГФА+УП606/2; 3 — DEN431+МЭА+УП606/2

Данные экспериментов, представленные на рис. 3, показывают слабую зависимость теплопроводности исследуемых материалов от температуры в интервале 60–160°C. С ростом температуры наблюдается некоторое

возрастание значений теплопроводности для данных материалов в исследуемом температурном диапазоне, что хорошо совпадает с литературными данными.

Литература:

1. Полимерные композиционные материалы: структура, свойства, технология; учебное пособие/Кербер М.Л. и др.; под общ. ред. Берлина А.А. — СПб.: Профессия, 2009. — 580 с.
2. Исследование свойств модифицированных эпоксисодержащих олигомеров/В.С. Осипчик, С.А. Смотров, А.Я. Томильчик //Пластические массы, 2011. №2. — с. 4–7.
3. Модификация эпоксиполимеров нанокремнеземом/Сидоров О.И., Осавчук А.Н., Матвеев А.А., Меркулов В.М., Наумов С.П., Антонов Ф.Ф., Сидорова Н.И., Журба А.А., Осипчик В.С., Юртов Е.В., Серцова А.А., Ивашкина В.Н. // Пластические массы, 2013. №10. — с. 42–45.
4. Создание эпоксидных связующих нового поколения для ПКМ, используемых при изготовлении агрегатов натурных конструкции ЛА и их ДПМ/С.А. Смотров, В.С. Осипчик, А.В. Смотров // Механика и наномеханика структурно-сложных и гетерогенных сред. Успехи, проблемы, перспективы. Сборник трудов Всероссийской конференции под ред. проф. Ю.Г. Яновского. — М.: ИПРИМ РАН, 2010. — с. 58–63.
5. Теплофизические измерения и приборы/Е.С. Платунов, С.Е. Буравой, В.В. Курепин, Г.С. Петров; под общ. ред. Е.С. Платунова. Л.: Машиностроение, Ленингр. отделение, 1986. — 256 с.
6. Измерительно-вычислительная система для исследования температурных зависимостей теплопроводности и теплоемкости материалов/Жуков Н.П., Майникова Н.Ф., Балашов С.В., Ляшков В.И., Орлов В.В. // Вестник Тамбовского государственного технического университета, 2001. Т. 7., № 1, — с. 35–44.
7. Измерительно — вычислительная система для регистрации температурных зависимостей теплопроводности и теплоемкости материалов/Майникова Н.Ф., Муромцев Ю.Л., Ляшков В.И., Балашов С.В. // Заводская лаборатория, 2001. Т 67, №8, — с. 35–37.
8. Измерительная система для исследования температурной зависимости теплопроводности материалов/Юрина С.О., Рогов И.В., Майникова Н.Ф.// Материалы Третьей Международной научно-инновационной конференции «Современные твердофазные технологии: теория, практика и инновационный менеджмент». Тамб. гос. техн. ун-т, НОЦ Тамб. ГТУ — ИСМАН «Твердофазные технологии». — Тамбов, 2011. — с. 178–179.

ХИМИЯ

Электронно-микроскопические исследования сополимеров

Бозорова Найима Худойбердиевна

Каршинский инженерно-экономический институт (Узбекистан)

Одной из важнейших задач в области высокомолекулярных соединений является синтез ионообменных смол с заданными свойствами, структурами. Постоянно расширяются области использования ионитов: опреснение соленых вод, очистка сточных вод промышленности и пищевых продуктов, получение аминокислот, белков, нуклеиновых кислот, очистка антибиотиков, гормонов, сорбция, разделение и концентрирование ионов металлов в гидрометаллургии, электрохимическая технология и т. д. стимулируют исследования в области синтеза и исследования ионитов.

Сополимеры акрилонитрила с дивинилбензолом, стирола с дивинилбензолом и др. стали за последнее время наиболее распространенными каркасами для синтеза ионитов. От каркасов другого химического состава они отличаются возможностью контролировать степень сшивки (следовательно и пористость) и доступностью для различных химических реакций.

Из них в результате химической модификации получают высокоэффективные анионообменные смолы с высокой химической и механической стойкостью, термической стабильностью, с высокими сорбционными и комплексообразующими свойствами. На эти свойства очень сильно влияют каркас макроцепей, где важную роль играют размер пор, частота поперечных связей, размер и структура сшивающего агента и т. д.

Широкое использование пористых ионообменных материалов сосредоточивает внимание исследователей на изучение закономерностей формирования неоднородных сетчатых структур полиэлектролитов. Механизм образования пористых структур образцов определяется, главным образом, природой инертного разбавителя (порообразователя) и количеством сшивающего агента в реакционной системе. При этом существенную роль, по-видимому, играет циклизация цепей уже на начальных стадиях полимеризации, что повышает однородность системы при низких степенях конверсии. При средних и высоких концентрациях сшивающего агента подобная циклизация создает шитые гелевые компактные микроглобулы, имеющие на по-

верхности подвешенные двойные связи, которые на последующих этапах обеспечивают сшивание между глобулами и образование разреженных участков полимерной сетки. В свою очередь они могут привести к возникновению различных пространственных структур сетчатых полиэлектролитов, в том числе и гетерогенных полимеров, обладающих высокой внутримолекулярной доступностью.

С целью изучения влияния количества сшивающего агента и порообразователя толуола на морфологию сополимеров акрилонитрила с ГТТ проведены электронно-микроскопические исследования. Нами более детально проведены исследования структуры сополимеров АН с ГТТ, пористой структуры полученной в присутствии 10 и 30% порообразователя, а также шитых катионитов на их основе. Для сравнения оценивали структурные особенности сополимера без добавки порообразователя (гелевый сополимер акрилонитрила с ГТТ). Проведены РЭМ исследования образцов обработанных толуолом в разное время (от 2 до 6 часов) с целью создания пористости сорбентам (рис. 1–2). На всех образцах сорбентов наблюдаются разные размеры пор и разной формы с хорошо развитой пористой структурой.

Как видно из представленного рис. 1 и 2 в сополимере обработанного в течение 2 часов наблюдаются поры от 5 мкм до 33 мкм.

Полученные данные свидетельствуют о заметной гетерогенности сополимеров как с точки зрения размеров и формы гранул, так и на структурных особенностях (структуры поверхности и внутренних областей).

На основании оптических наблюдений отмечалось, что сополимеры имеют окружную (овальную) форму, причем большинство из них по форме соответствует эллипсоиду с разным отношением полуосей. Вполне сферических частиц обнаруживаются заметно меньше. Наблюдается также заметный разброс в размерах частиц — от десятых долей микрона до нескольких сотен и даже тысяч микрона, т. е. вплоть до миллиметрового уровня. Этот недостаток может быть устранен механическим протиранием или более тонким ситовым анализом.



Рис. 1. Электронно-микроскопический снимок сополимера АН-ГТТ, обработанный 2 часа толуолом. Увеличение 180 раз

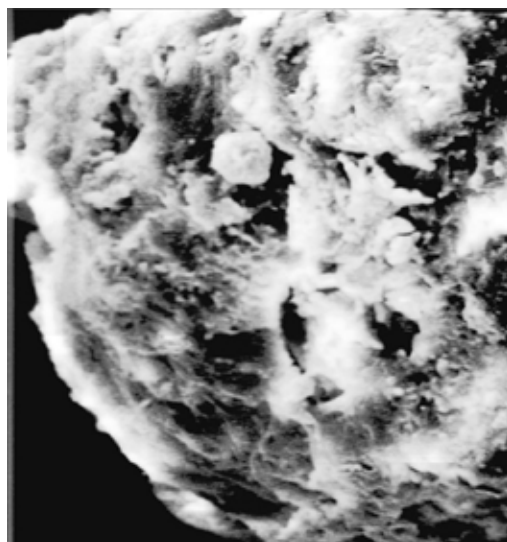


Рис. 2. Электронно-микроскопический снимок сополимера АН-ГТТ, обработанный 2 часа толуолом. Увеличение 900 раз

Катиониты на основе сополимеров обладают несколько иной структурой. Электронно-микроскопические снимки структур данных катионитов приведены на рис. 3–6.

Структура образца сополимера АН с ГТТ, обработанного в течение 4 часов порообразователем (рис. 7–8), сходна со структурой гелевого сополимера (рис. 9). Однако при сравнительно больших увеличениях порядка $\times 900$ структура однородна и представляется как бы составленной из гранул неправильной формы, но достаточно однородных по размерам.

На рис. 10 приведен электронно-микроскопический снимок сополимера АН с ГТТ модифицированного ДЭА. Из рис. 7 можно видеть, что сополимер состоит из более

однородных по размеру гранул с дефектами на поверхности.

Описанные выше сетки не представляются очень плотной и жесткой, что дает основание предполагать возможность ее некоторого набухания в процессах сорбции.

Данные по оценке структуры сополимеров методом адсорбции влаги не могут коррелировать с данными РЭМ-исследований, поскольку сорбционные данные дают информацию об ангстремном уровне структуры, тогда как данные РЭМ относятся в лучшем случае к нано- и субмикронному уровню.

Таким образом, использованное в работе электронно-микроскопическое исследование структуры сшитых сополи-

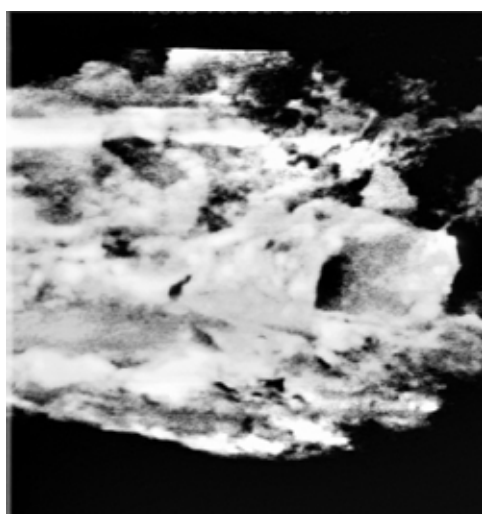


Рис. 3. Электронно-микроскопический снимок сополимера АН: ГТТ (95:5) модифицированного гидроксиламином. Крахмал 5%. Увеличение 1350 раз

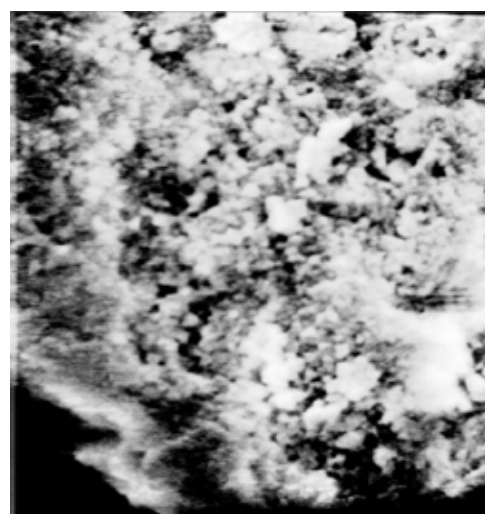


Рис. 4. Электронно-микроскопический снимок сополимера АН: ГТТ (95:5) модифицированного гидроксиламином. Крахмал 5%. Увеличение 1800 раз

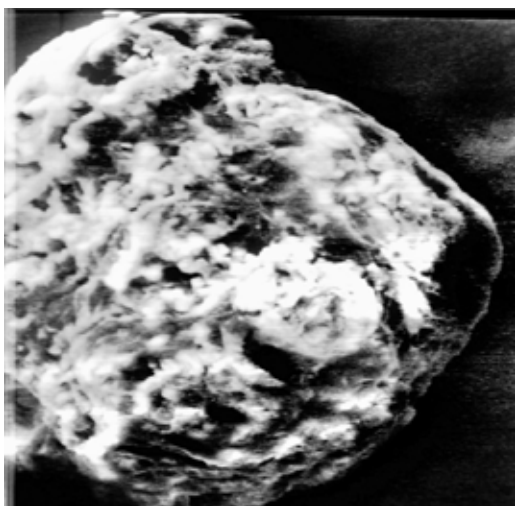


Рис. 5. Электронно-микроскопический снимок сополимера АН: ГТТ модифицированного гидроксиламином. Увеличение 450 раз

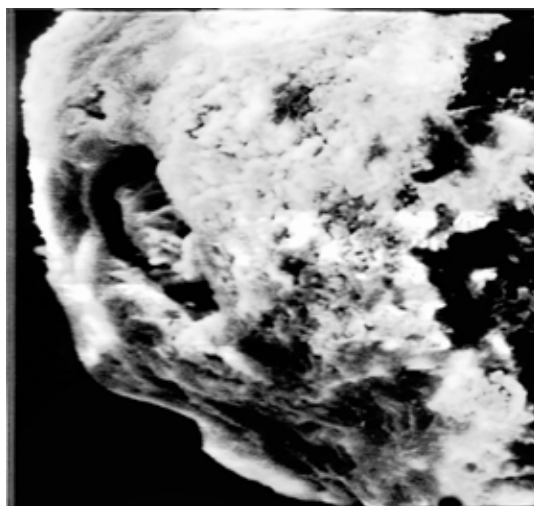


Рис. 6. Электронно-микроскопический снимок сополимера АН: ГТТ модифицированного гидроксиламином. Увеличение 900 раз

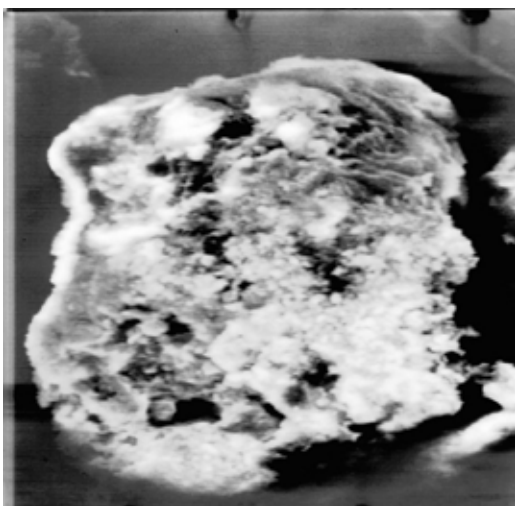


Рис. 7. Электронно-микроскопический снимок сополимера АН-ГТТ, обработанный 4 часа толуолом. Увеличение 270 раз

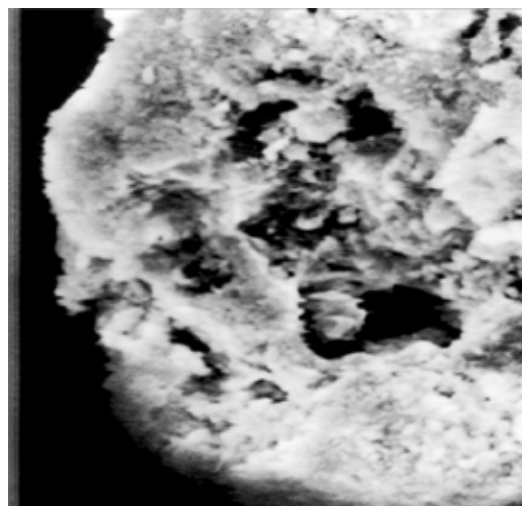


Рис. 8. Электронно-микроскопический снимок сополимера АН-ГТТ, обработанный 4 часа толуолом. Увеличение 900 раз

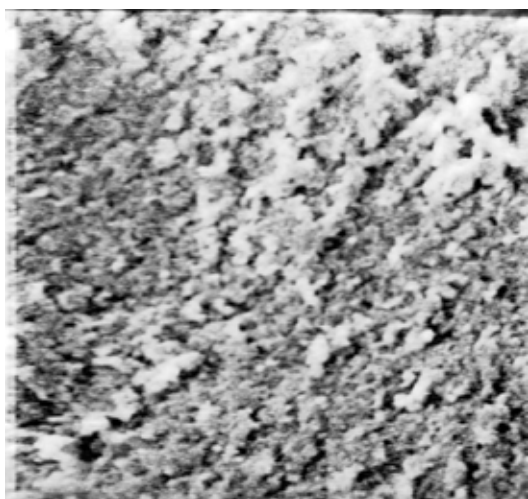


Рис. 9. Электронно-микроскопический снимок гелевого сополимера АН-ГТТ. Увеличение x270

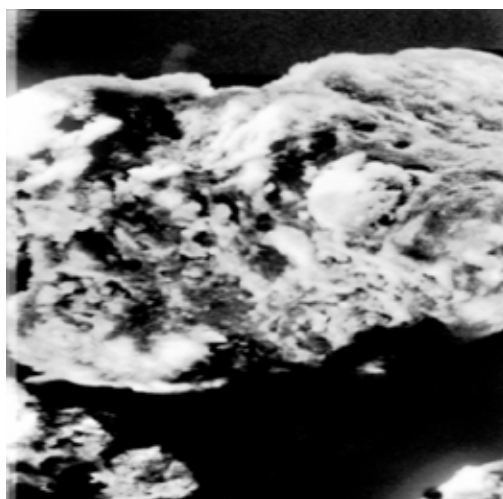


Рис. 10. Электронно-микроскопический снимок сополимера АН-ГТТ, модифицированного ДЭА=10%, Увеличение x 450

меров АН с ГТТ позволило выяснить картину образования пористых структур в зависимости от содержания и продолжительности обработки инертного порообразователя.

Изучено влияние количества порообразователя на морфологию полученных сополимеров методом электронно-микроскопических исследований. Установлено

существенное различие между внутренней структурой сополимеров полученных в присутствии различных количеств порообразователя. Выявлено, что внутренняя структура сополимера АН-ГТТ в присутствии толуола заметно более плотная, чем гелевый сополимер и носит сетчатый или гранулированный характер.

Литература:

1. Rashidova, S. Sh., Kabulov B. D., Ruzimuradov O. N., Bekmirzaeva G., Satibaldieva D. T., Zaliyeva S. V. New Hybrid Silica-Organic Polymer Materials-Sorbents for HPLC // Тез. докл. междунар. конф. Эйнховен. 2001, с. 915.
2. Ruzimuradov, O. N., Kabulov B. D., Rashidova S. Sh., Rajan G. S., Mark J. E. Synthesis of polyacrylonitrile-silica Hybrid materials. // Тез. докл. Междунар. конф. «Sol-Gel Materials» Research, Technology, Applications
3. Kabulov, B. D., Zaliyeva S. V., Ruzimuradov O. N., Bekmirzaeva G., Yunusov M. YU., Rashidova S. Sh. Kinetic and structural Features of the modification of Silica Sorbents for HPLC with Polyacrylonitrile// Russ. J. Phys. Chem. 2002, №9, p. 1512–1514.
4. Новиков, О. Н., Царик Л. Я., Рохин А. В., Тюкова И. С. // Высокомолек. соед. А. 1998, А. 40. №2. с. 228.
5. Царик, Л. Я., Федорин А. Ю., Дрозд А. С. // Матер., докл. Всерос. конф. «Химический анализ веществ и материалов». М., 2000, с. 160.
6. Вокина, О. Г., Эдельштейн О. А., Царик Л. Я., Амосова С. В. // Всерос. Симп. По химии органических соединений кремния и серы. Иркутск, 2001.
7. Tsarik L. Ya. // AbstrsInt. Workshop Bioencapsulation. Postdam, 1996, p. 8.

Получение полимерных композиций на основе поливинилового спирта в качестве загустителя для печатных красок

Мавлонов Бобохон Арашович, кандидат химических наук, доцент
Бухарский государственный университет (Узбекистан)

Шарипов Жамшид Олимович, преподаватель;

Фозилов Садриддин Файзуллаевич, кандидат химических наук, доцент;

Идиева Лола Бахтиёровна, соискатель

Бухарский инженерно-технологический институт (Узбекистан)

Наиболее актуальной проблемой сегодня является вопрос о повышении качества колористического оформления тканей и в том числе и дальнейшее совершенствование процесса печатания текстильных материалов.

На текстильных предприятиях Республики Узбекистан в качестве загустки используются в основном импортные компоненты, такие как соли альгиновой кислоты, эмпринт и т. д. В связи с этим нами была изучена возможность их замены их препаратами отечественного производства. Для этой цели были использованы водорастворимые природные и синтетические полимерные композиции, в том числе поливиниловый спирт, полиакриламид, карбоксиметилцеллюлоза, рисовый крахмал, выпускаемый из местного сырья.

Первоначально были опробованы несколько рецептов печатной краски. Во время предварительных исследований было выяснено, что все компоненты химически совместимы друг с другом. Консистенция красок в пределах необходимой при 2,5%-ной концентрации загустки аль-

гината натрия. Установлено, что загустка с содержанием поливинилового спирта не ухудшает колористические свойства напечатанных рисунков [1–4].

По результатам предварительных исследований интенсивности окрасок, характера оттенка, жесткости, стойкости к мылу и сухому трению были выбраны различные составы загустки. Более эффективным по колористическому показателю выявлен состав загустки полимерной композиции, г/кг: поливиниловый спирт — 7,0; полиакриламид — 1,5; КМЦ — 1,0 и крахмал — 60.

Для получения высококачественной узорчатой расцветки на тканях любыми классами красителей к печатным краскам предъявляются следующие требования:

— хорошая консистенция с достаточной способностью удерживать краситель и тем самым обеспечивать достаточную четкость рисунка и отсутствие растекаемости при печатании ткани;

— печатная краска должна хорошо смачивать гравюру печатного вала и удерживаться в ней;

Таблица 1. Колористические характеристики напечатанных тканей

Состав загустки полимерной композиции	Цветовой тон, λ _{дом} , нм	Яркость цвета, кд/м ²	Чистота цвета, ρ	Интенсивность цвета, К/S	Неровнота окраски, Ср. мах
Крахмал-ПАА-КМЦ	478	3678	0,54	9,810	0,43
Крахмал-ПВС-ПАА	479	3920	0,51	11,57	0,35
Крахмал-ПВС-КМЦ	481	3554	0,50	13,25	0,28
Крахмал-ПВС-ПАА-КМЦ	482	4579	0,68	16,26	0,19

— хорошо проникать через сито шаблона (при печати сетчатыми шаблонами) и не засорять его при печатании;

— равномерно и полно переходить на ткань в процессе печатания;

— обладать оптимальными деформационными свойствами, обеспечивающими получение непрерывных и равномерных узоров при машинных способах печатания;

— обладать хорошей стабильностью при хранении и высокой эффективностью при различных режимах работы печатных машин.

Основным свойством печатной краски от красильного раствора является наличие в ней загустителя, образующего специфическую внутреннюю структуру.

Приведенный состав, представляющий собой структурированные водные растворы природных и синтетических гидрофильных полимеров отвечает таким требованиям.

Как показали результаты исследований (таблица) правильно выбранный загуститель и другие состав-

ляющие композиции придают печатной краске достаточную вязкость, клейкость, пластичность и другие свойства, позволяют получать на ткани мягкую эластичную, прозрачную равномерную и прочно закрепленную пленку и не снижают яркость окраски. Колористические характеристики хлопчатобумажных тканей, напечатанных составами, представлены в таблице. Из полученных данных видно, что цветовой тон напечатанных тканей для всех составов существенно не отличается, интенсивность окраски наиболее высокая для состава полимерной композиции крахмал-ПВС-ПАА-КМЦ. Этим же составом загустки получают наименьшую неровноту окраски, наибольшую яркость и чистоту цвета.

Таким образом, все предлагаемые составы загусток полимерной композиции можно с успехом использовать в текстильной промышленности, это экологически и экономически выгодно для индустрии.

Литература:

1. Сенахов, А. В., Коваль В. В., Садов Ф. Н. Загустки их теория и применение. — М.: Легкая индустрия. — 1972. — 304 с.
2. Степанов, А. С. Загустители и печатные краски. — М.: Легкая индустрия. — 1969.
3. Ихтиёрова, Г. А., Яриев О. М., Мавланов Б. А., Хайдаров А. А. О процессах омыления акриловой эмульсии с целью получения загустителя для печатания ткани. Узб. хим. журн. — 2002. — №3, — с. 77–81
4. Амонов, М. Р., Ихтиёрова Г. А., Яриев О. М., Равшанов К. А. Загустки на основе природных и синтетических полимерных композиций для печатания тканей. Узб. хим. журн. — 2002. — №4, — с. 71–74.

Золь-гель технология силикатных и гибридных пленок — источников диффузии бора и гадолиния в кремний

Петрова Ирина Витальевна, кандидат химических наук, научный сотрудник
Институт химии силикатов им. И. В. Гребенщикова Российской академии наук (г. Санкт-Петербург)

Пленки являлись одним из первых объектов, получаемых золь-гель методом [1–3]. Их применение по-прежнему актуально и востребовано в микроэлек-

тронике в качестве источников диффузанта в кремний и другие материалы электронной техники при формировании р-п — переходов и стоп-слоев. Использование

¹ Работа выполнена при финансовой поддержке Программы отделения химии и наук о материалах РАН (ОХНМ РАН).

диффузии из пленок наиболее эффективно, когда ставится задача формирования глубоких ($\sim 3\div 10$ мкм) разделительных p - и p^+ -слоев в кремнии, в том числе для формирования стоп-слоев в цикле анизотропного травления тонкостенных мембран для сенсоров, датчиков влажности, давления газа, расхода топлива, при создании кремниевых солнечных элементов и др. [4–6].

Золь-гель метод является одним из современных способов, позволяющих создавать источники диффузии для получения малодефектных диффузионных слоев, в том числе легированных редкоземельными элементами, введение которых другими методами затруднительно или невозможно [7–16]. Введение редкоземельного элемента гадолиния призвано уменьшить искажение кристаллической решетки полупроводника [4, 5, 17], повысив тем самым механическую прочность формируемой мембраны.

Для повышения воспроизводимости толщины формируемой кремниевой мембраны и обеспечения гладкости ее поверхности используют прием так называемого «стоп-слоя». Стоп-слои — это специально формируемые в кремнии области, концентрация легирующего элемента (например, бора) в которых должна быть не менее $10^{18}\div 10^{19}$ атомов/см³ [5, 11]. Когда селективный травитель достигает этой высоколегированной области, скорость травления резко замедляется, тем самым обеспечивается требуемая толщина формируемой мембраны.

Чтобы достигнуть высокой концентрации легирующей примеси, необходимо использовать пленки, с высоким содержанием бора ~ 40 мас. % B_2O_3 (в пересчете на оксид в силикатной пленке). При этом очень важно, чтобы пленки не обеднялись и оставались постоянным источником легирующей примеси в течение всего процесса диффузии. Для обеспечения этих требований, мы разработали новые гибридные золи, содержащие органические добавки (высокомолекулярные олигомеры линейного и разветвленного строения) [18–22].

Создание гибридных золь-гелей позволило увеличить толщину формируемых пленок до максимально возможной для таких высоколегированных покрытий ($\sim 150\text{--}180$ нм) и воспроизводимо получать в кремнии слои глубиной $\sim 2.5\text{--}3.5$ мкм с концентрацией бора $\geq 5 \cdot 10^{20}$ см⁻³ [21–25].

Используя традиционные в микроэлектронике методы определения концентрации легирующей примеси в объеме образца, а также метод вторичной ионной масс-спектрометрии (ВИМС), нами были определены диффузионные характеристики золь-гель гибридных и силикатных пленок, содержащих бор и гадолиний [22, 23, 26–28]. Однако обычно используемый алгоритм расчета поверхностной концентрации и коэффициентов диффузии, основанный на применении законов Фика и распределения Гаусса [4, 5, 11], применим только для раздельного определения этих параметров — для каждой из примесей в отдельности. В то же время данные распределения примесей в кремнии, полученные по методу ВИМС, указы-

вали на несомненное влияние на параметры диффузии не только каждого легирующего элемента, но органической составляющей используемых пленок [23–25, 27, 28]. Поэтому представляло интерес определить параметры полупроводниковых структур, полученных диффузией В и Gd из гибридных пленок для каждого из возможных механизмов диффузии и определить наиболее вероятный из них.

Данная работа продолжает и развивает принятые в ИХС РАН методы и подходы [1, 2, 7, 14, 21, 25], в первую очередь в части разработки гибридных органо-неорганических материалов для микроэлектроники. Вопросы создания гибридных органо-неорганических материалов из многокомпонентных золь-гелей на основе тетраэтоксисилана с высоким содержанием неорганических соединений и модифицированных органическими компонентами в настоящее время остаются интересными для изучения [13, 15]. Разработка таких золь-гель систем позволяет существенно улучшить ряд физико-химических и электрофизических параметров получаемых пленок и диффузионных слоев, сформированных в кремнии с их помощью (состав, структура, состояние поверхности, толщина, диффузионные характеристики).

Целью данной работы является разработка золь-гель технологии получения новых гадолиний- и боросиликатных наноразмерных пленок — источников реакционной диффузии в кремнии для воспроизводимого получения диффузионных слоев с концентрацией примеси бора $\sim 5\text{--}7 \cdot 10^{20}$ см⁻³.

Для достижения поставленной цели необходимо было решить следующие задачи:

1. Научно обосновать выбор органического модификатора (низко- и высокомолекулярные полиолы различной топологии и молекулярной массы), совместимого с высоколегированным борсодержащим золь-гелем на основе гидролизованного ТЭОС. Разработать составы гибридных органо-неорганических золь-гелей на основе ТЭОС с высоким содержанием двух легирующих примесей бора и гадолиния для получения пленок — источников диффузанта.

2. Исследовать особенности структурирования, гелеобразования и пленкообразования в полученных золь-гель системах, в частности выявить закономерности протекания физико-химических процессов, происходящих во время нанесения и термообработки гадолиний- и борсодержащих силикатных и гибридных пленок.

3. Разработать технологию получения высоколегированных боросиликатных гибридных пленок большей толщины, отвечающих требованиям к источникам диффузии, используемым в полупроводниковой микроэлектронике.

4. Создать источники реакционной диффузии бора и гадолиния с целью формирования диффузионных слоев с требуемыми параметрами (глубина диффузионного слоя $3,5\pm 0,5$ мкм, максимально возможная поверхностная концентрация легирующей примеси бора $\geq 5 \cdot 10^{20}$ см⁻³).

Методы и подходы реализации эксперимента. Необходимость введения в золи больших количеств легирующих примесей — борной кислоты и нитрата гадолиния, с целью получить источники диффузии В и Gd максимальной мощности, привела нас к идее использования органических веществ, повышающих растворимость и обеспечивающих агрегативную и кинетическую устойчивость золь-гель систем. Для этого были апробированы хорошо растворимые в гомогенной среде золь-полиолы различной молекулярной массы и топологии [10, 21, 25, 26, 29].

Модифицируя золи на основе тетраэтоксисилана (ТЭОС) и борной кислоты рядом водорастворимых полиолов линейного и разветвленного строения, удалось решить непростую, но крайне важную проблему увеличения толщины высоколегированных боросиликатных покрытий (состава $40\text{В}_2\text{О}_3 \cdot 60\text{SiO}_2$ мас. %) без ухудшения качества их поверхности [20–22, 25].

Высокомолекулярные добавки [21, 22, 26, 29] были выбраны, исходя из их способности растворяться в водно-спиртовой среде золь-полиолов и взаимодействовать с продуктами гидролиза ТЭОС, благодаря наличию в них гидроксильных ОН или уретановых —NH—C— групп. Одна из таких добавок, содержащих как уретановые, так и гидроксильные группы — полигидроксиполиуретан мочевины разветвленного строения (ПОУМ). Молекулярная масса этого олигомера составляет ~ 4200 г/моль. Кроме ПОУМ, в боросодержащие золи вводились полиэтиленгликоль (ПЭГ) линейного строения с молекулярной массой 300 г/моль, а также четырехлучевой гиперразветвленный олигомер (ГРП). ГРП, используемый нами в качестве органического модификатора золь-гель систем, представляет собой гиперразветвленный алифатический сложный полиэфирполиол. Расчетное значение средневесовой молекулярной массы равно ~ 5100 г/моль. При этом в обрамлении молекулы находится примерно 64 ОН-группы. Все выбранные добавки в количестве порядка 1 мас. % вводились в золи со следующим мольным соотношением исходных компонентов: $\text{Si} (\text{OC}_2\text{H}_5)_4$: H_3BO_3 : H_2O : HCl : $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$: $\text{C}_4\text{H}_9\text{OH}$: $\text{C}_3\text{H}_5(\text{OH})_3$ = 0.05: 0.6: 3.5: 0.03: 21: 8.4: 0.2.

Количество борной кислоты и нитрата гадолиния варьировалось и вводилось из расчета получить силикатные пленки следующих составов:

$40\text{В}_2\text{О}_3 \cdot 60\text{SiO}_2$ мас. %;

$5\text{Gd}_2\text{О}_3 \cdot 95\text{SiO}_2$ мас. %;

$10\text{Gd}_2\text{О}_3 \cdot 90\text{SiO}_2$ мас. %;

$40\text{В}_2\text{О}_3 \cdot 5\text{Gd}_2\text{О}_3 \cdot 55\text{SiO}_2$ мас. %;

$40\text{В}_2\text{О}_3 \cdot 10\text{Gd}_2\text{О}_3 \cdot 50\text{SiO}_2$ мас. %.

Формирование пленок. Из полученных золь-гель систем на поверхности кремниевых пластин марки КЭФ-20, ориентированных в кристаллографической плоскости $\langle 100 \rangle$, с удельным сопротивлением $20 \text{ Ом}/\text{см}^2$, диаметром 76 мм, методом центрифугирования формировались тонкие кремнийорганические слои. Скорость вращения центрифуги составляла 2500 оборотов в минуту.

Термическую обработку кремниевых подложек с нанесенными на них пленками проводили при температуре 800°C в течение 15 мин. в электрической печи с кварцевым реактором (Еигора 2000). Точность поддержания температуры в центральной части печи (площадка ~20 см) составляла $\pm 0.5^\circ\text{C}$. Термический отжиг проводили в атмосфере кислорода, средний расход газа составлял 80–100 л/ч.

Диффузия бора и гадолиния из силикатных стекло-видных пленок, содержащих эти легирующие примеси, в кремний осуществлялась при температуре 1150°C в атмосфере азота в течение 40 мин.

Анализ полученных результатов. С привлечением комплекса физико-химических методов исследования (вискозиметрия, оптическая и атомно-силовая микроскопия, термический и рентгенофазовый анализы, механическая динамическая спектроскопия, вторичная ионная масс-спектрометрия и др.) были впервые выявлены следующие закономерности поведения золь-гель систем на основе ТЭОС при введении в них органических и неорганических соединений, придающих полученным продуктам золь-гель синтеза технические свойства.

Реологические характеристики. Используя методы вискозиметрии, впервые выявлены особенности протекания реакции гидролитической поликонденсации тетраэтоксисилана в присутствии в золе ряда неорганических и органических соединений (борная кислота, нитрат гадолиния, низко- и высокомолекулярные полиолы различной топологии и молекулярной массы) [18, 22]. На примере результатов исследования процессов структурообразования методом опускающегося шарика (по Хопплеру) в силикатных золь-гель системах, содержащих неорганические элементы бор и гадолиний (рис. 1) мы видим, что вязкость боросиликатных золь-гель систем меняется скачкообразно. Самые высокие значения вязкости (η , сПз) наблюдаются у боросиликатного золя, не содержащего гадолиния. Такое поведение объясняется присутствием борной кислоты, которая легко образует связи Si — O — В, которые легко гидролизуются, что приводит к нестабильности системы и влияет на структуру боросиликатных золь-гель систем, вызывая колебания вязкости.

При добавлении второго легирующего компонента гадолиния значения вязкости немного уменьшаются, но скачкообразный характер кривой сохраняется. Структурная вязкость силикатных золь-гель систем, содержащих в качестве неорганического компонента только гадолиний, возрастает плавно в течение всего срока наблюдения. Введенный допант нитрат гадолиния значительно меньше, чем борная кислота, влияет на флуктуацию вязкости в золь-гель системе, что соответствует данным [16] о том, что атом большего размера в меньшей степени влияет на свойства системы, в частности, на процессы структурообразования. Размер радиуса атома гадолиния существенно превышает размер радиуса атома бора ($179 \cdot 10^{-12}$ пм для Gd и $98 \cdot 10^{-12}$ пм для В).

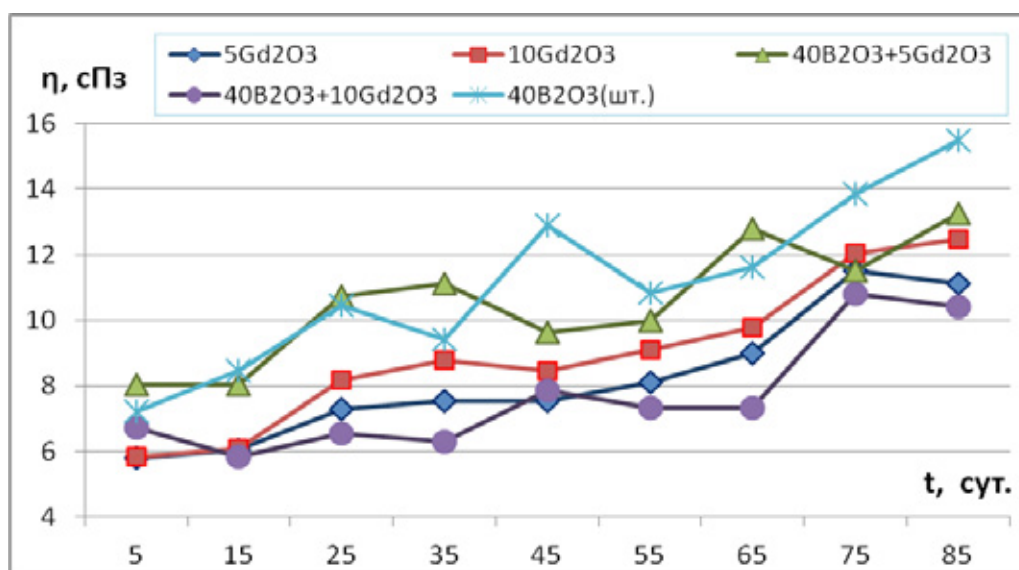


Рис. 1. Кривые изменения структурной вязкости (η) в процессе старения (t) для силикатных золей, содержащих в качестве неорганического компонента только Gd: а — 5 Gd₂O₃ мас. %; б — 10 Gd₂O₃ мас. %; только В: в — 40 В₂O₃ мас. %, а также при совместном введении В и Gd: г — 40 В₂O₃ + 5 Gd₂O₃ мас. %; д — 40 В₂O₃ + 10 Gd₂O₃ мас. %

Все представленные золи однородные и гомогенные по составу, а нестабильное поведение вязкости их течения не является препятствием формированию однородных по структуре, без дефектов на поверхности, пленок — источников диффузии [21, 22].

Внутреннее трение. С использованием метода динамической механической спектроскопии (внутреннее трение) впервые выявлены особенности структуры стекловидных боросиликатных и гадолинийсиликатных пленок, изучены закономерности протекания химических процессов в нанофазах, существующих в нанокompозитных пленках в результате последовательных термообработок (I–VII циклов), позволяющие дать рекомендации по составу пленок и температурно-временному режиму их обработки для максимального снижения дефектности кристаллической структуры легируемого кремния [30]. Так на примере спектрограмм силикатных пленок, полученных при их охлаждении до -50°C и нагреве до $+300^{\circ}\text{C}$ (рис. 2), обнаружено образование пиков в области отрицательных температур $-50 \div -35^{\circ}\text{C}$, по-видимому, связанных с фазовыми переходами воды и водноспиртовых растворов, капсулированных в микрообластях структурной сетки.

Пики внутреннего трения, наблюдаемые при $T=120^{\circ}\text{C}$ (рис. 2б), характерны только для гибридной пленки. Для боросиликатной немодифицированной пленки тепловые эффекты в этом температурном диапазоне отсутствуют. В то же время на спектрах пленок, полученных из золей с добавлением ГРП и ПОУМ, также проявляются подобные эффекты в температурном диапазоне $100\text{--}140^{\circ}\text{C}$. Обнаруженные эффекты видимо, связаны с природой органической добавки, с составом органиче-

ской фазы, капсулированной в структуре пленки. Образование пиков ВТ в данном температурном диапазоне является результатом выгорания органических олигомеров и деструкцией макромолекул [3, 13, 14, 30].

Пики внутреннего трения, наблюдаемые при $T=60\text{--}110^{\circ}\text{C}$ в силикатной пленке, содержащей гадолиний (рис. 2в) и две легирующие добавки В и Gd одновременно (рис. 2г), соответствуют, по-видимому, интенсивному удалению воды и выделению низших оксидов азота NO, входящих в состав азотнокислой соли гадолиния, используемой при приготовлении золя [22, 31].

Состояние поверхности пленок. Исходя из данных оптической микроскопии и АСМ, выявлено существенное изменение морфологии и рельефа поверхности сформированных пленок под воздействием вводимых неорганических (борная кислота и нитрат гадолиния) и малых количеств органических (полиолы различной топологии и молекулярного веса) соединений [20, 22, 25, 26].

На рис. 3 представлены АСМ снимки поверхности боросиликатных гибридных пленок, со специфической структурой, сформировавшейся в результате введения органической добавки в количестве всего ~ 1 мас. %. Показано, что даже небольшие добавки полиолов существенно влияют на микро- и наноструктуру формируемых пленок. В таком случае органическая добавка является структурообразующей, т.е. темплатным агентом, ответственным за формирование структуры. При этом разветвленные и гиперразветвленные молекулы, в обрамлении которых находится большое количество гидроксильных групп (ГРП, ПОУМ) являются наиболее эффективными темплатами.

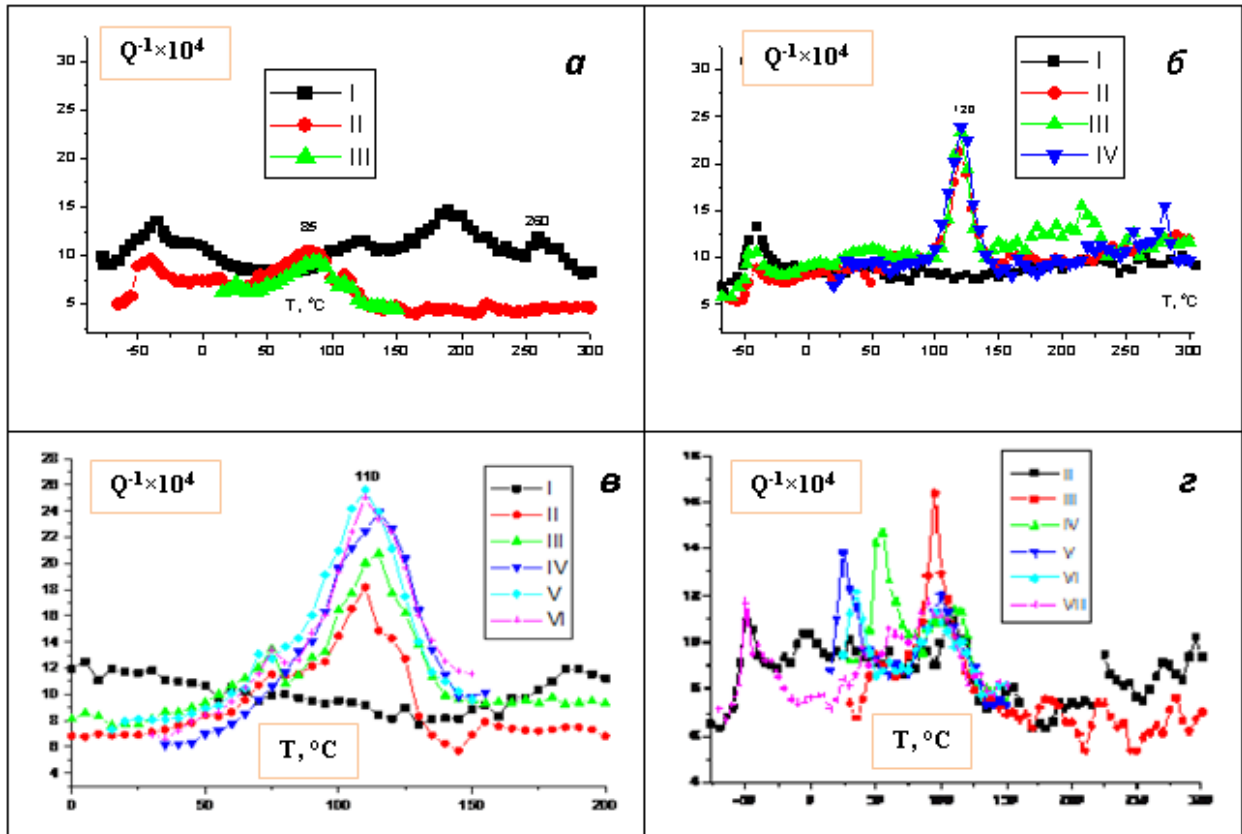


Рис. 2. Температурная зависимость внутреннего трения силикатных пленок, следующего состава: (а) 40 В₂О₃ мас. %; (б) 40 В₂О₃ мас. % + 1 г ПЭГ; (в) 10Gd₂O₃•90SiO₂ мас. %; (г) 40В₂О₃•50SiO₂•10Gd₂O₃ мас. %. Пленки перед испытанием термообработаны при 250 °С

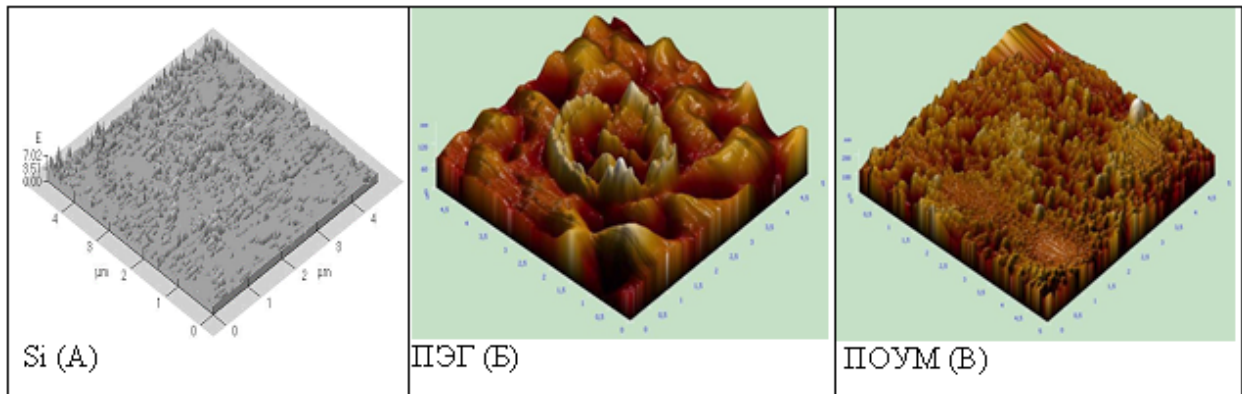


Рис. 3. АСМ изображения специфической структуры поверхности боросиликатных пленок, образованной введением органических модифицирующих добавок ПЭГ (Б) и ПОУМ (В) в количестве ~1 мас. %; отжиг проводился при 250 °С. На рис. (А) для сравнения приведено АСМ изображение поверхности пластины полированного монокристаллического кремния без пленки

Толщина пленок. Решение важной проблемы увеличения толщины формируемых пленок в 1,5–2 раза без ухудшения состояния поверхности (появления трещин, кристаллитов, увеличения шероховатости и др.) было достигнуто за счет введения в боросиликатные золи полиолов разветвленного и гиперразветвленного строения [22,

32]. При этом качество поверхности сформированных пленок соответствует требованиям планарной технологии микроэлектроники [2, 6, 23, 25, 27].

Диффузионные характеристики. Исходя из данных ВИМС, получены и проанализированы профили распределения легирующих примесей бора и гадолиния

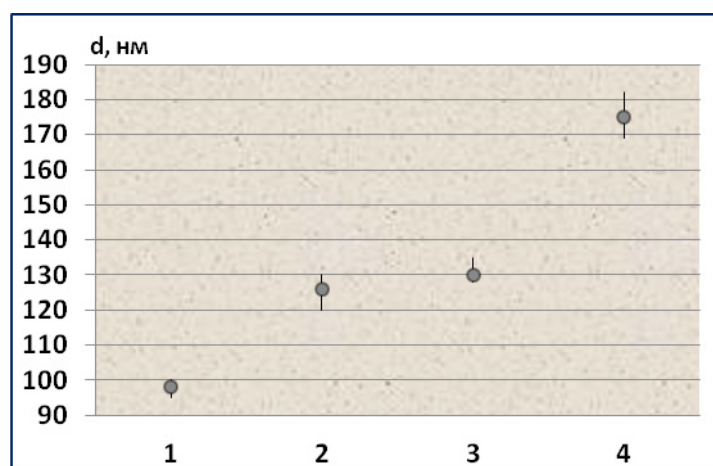


Рис. 4. Толщина боросиликатных пленок в зависимости от введенной в золь органической добавки в количестве ~ 1 мас. %: 1 — без органического модификатора; 2 — ПЭГ; 3 — ПОУМ; 4 — ГРП. Точкой обозначено среднее значение толщины сформированной пленки (d). Размер отрезка прямой (Δd) соответствует разбросу значений толщины по пластине: $\Delta d = d_{\max} - d_{\min}$

при их отдельной и совместной диффузии из силикатных и гибридных пленок. На основании полученных данных впервые рассчитаны коэффициенты диффузии обеих примесей, при их совместной диффузии в кремний [23, 24, 27, 28, 33, 34].

Из рис. 5 видно, что использование гибридных органико-неорганических пленок позволяет достигнуть большего значения концентрации легирующей примеси бора в кремнии, приближая, к максимально возможной [5, 11], особенно ярко эта тенденция проявляется при использовании боросиликатных пленок — источников диффузии с добавлением трехлучевого олигомера ПОУМ и четырехлучевого гиперразветвленного олигомера ГРП. Интересные результаты были получены при использовании силикатных пленок, содержащих одновременно два легирующих компонента бор и гадолиний — концентрация бора из боросиликатной пленки, содержащей 5 мас. % Gd_2O_3 достигает большего значения нежели из пленки, содержащей 10 мас. % Gd_2O_3 , профиль распределения которой, в свою очередь, практически не отличается от такового для боросиликатной пленки без гадолиния. Это объясняется образованием кристаллитов гадолиния, в которых концентрируется большая часть примеси (более 5 мас. %), а ее содержание в остальном объеме стеклообразной пленки уменьшается.

Из рис. 5 видно, что использование гибридных органико-неорганических пленок позволяет достигнуть большего значения концентрации легирующей примеси бора в кремнии, приближая, к максимально возможной [5, 11], особенно ярко эта тенденция проявляется при использовании боросиликатных пленок — источников диффузии с добавлением трехлучевого олигомера ПОУМ и четырехлучевого гиперразветвленного олигомера ГРП. Интересные результаты были получены при использовании силикатных пленок, содержащих одновременно два ле-

гирующих компонента бор и гадолиний — концентрация бора из боросиликатной пленки, содержащей 5 мас. % Gd_2O_3 достигает большего значения нежели из пленки, содержащей 10 мас. % Gd_2O_3 , профиль распределения которой, в свою очередь, практически не отличается от такового для боросиликатной пленки без гадолиния. Это объясняется образованием кристаллитов гадолиния, в которых концентрируется большая часть примеси (более 5 мас. %), а ее содержание в остальном объеме стеклообразной пленки уменьшается.

Расчеты основных диффузионных параметров (начальной концентрации легирующей примеси и коэффициентов диффузии) производились двумя методами: 1) согласно представлениям о диффузии из постоянного источника; 2) согласно теории, которая позволяет учесть перераспределение легирующей примеси в оксидный слой, образующийся в процессе диффузии, для этого был составлен алгоритм программы в графической объектно-ориентированной программе LabVIEW [23, 24, 28].

Практическое применение результатов работы. Разработана технология формирования боросиликатных гибридных и гадолинийсиликатных пленок — источников реакционной диффузии бора и гадолиния в полупроводниковый кремний. С помощью этих пленок методом высокотемпературной диффузии созданы диффузионные слои глубиной $\sim 4,0 \pm 0,5$ мкм с высоким содержанием бора на уровне предела его растворимости в кремнии ($5-7 \cdot 10^{20} \text{ см}^{-3}$). Сформированные области легирования использованы в качестве стоп-слоев в цикле анизотропного травления тонкостенных мембран для газовых сенсоров толщиной $3,0 \pm 0,5$ мкм.

Технология формирования тонкостенной кремниевой мембраны внедрена в технологический процесс производства газовых сенсоров на CO и датчиков расхода топлива [23, 27, 34].

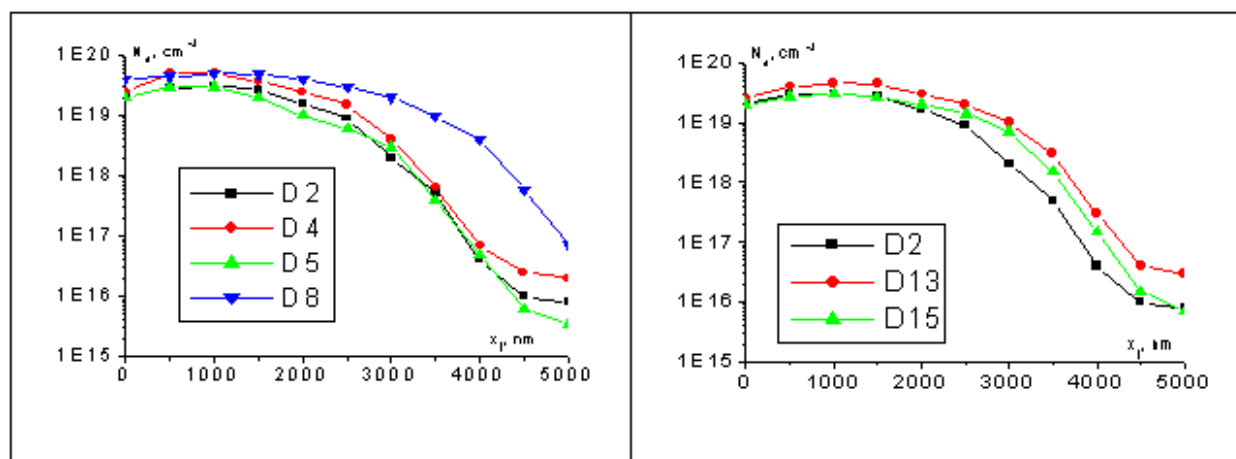


Рис. 5. Профили распределения концентрации бора по глубине при диффузии из пленок одинакового минерального состава 40B2O3-60SiO2 мас. %, не модифицированной органическими добавками (D2) и сформированных из золь, содержащих различные полиолы (~ 1 мас. %): ПОУМ (D4), ПЭГ (D5) и ГРП (D8) и при добавлении второго легирующего элемента Gd2O3 в количестве 5 мас. % (D13) и 10 мас. % (D15). Диффузия: T=1150 °C, t=40 мин, атмосфера — азот

Литература:

1. Гребенщиков, И. В. Поверхностные свойства стекла. Строение стекла. Под ред. А. Б. Безбородова. М.: Госхимиздат. 1933. с. 101–116.
2. Борисенко, А. И., Новиков В. В., Прихидько Н. Е., Митникова И. М., Чепик Л. Ф. Тонкие неорганические пленки в микроэлектронике. Л.: Наука, 1972, 114 с.
3. Суйковская, Н. В. Применение кремнеорганических соединений для получения тонких прозрачных пленок на стекле. // Химия и практическое применение кремнеорганических соединений, вып. 4. ЦБТИ, Л., 1958, с. 76.
4. З. Ю. Готра. Технология микроэлектронных устройств. Справочник. М.: Радио и связь, 1991. — 528 с.
5. Новиков, В. В. Теоретические основы микроэлектроники. Учебн. пособие для радиотехнич. спец. вузов. М.: Высшая школа, 1972. 352 с.
6. Бубнов, Ю. З., Шилова О. А. Наноразмерные стекловидные пленки многофункционального назначения в технологии изготовления полупроводниковых газовых сенсоров // Технологии приборостроения. 2003. №3 (7). с. 60–71.
7. Шилова, О. А. Наноразмерные пленки, получаемые из золь на основе тетраэтоксисилана, и их применение в планарной технологии изготовления полупроводниковых газовых сенсоров. // Физика и химия стекла. 2005. Т. 31. №2. с. 270–294.
8. Мошников, В. А., Шилова О. А. Золь-гель технология наноструктурированных материалов // Нанотехнология: физика, процессы, диагностика, приборы/под ред. Лучинина В. В., Таирова Ю. М. — М.: ФИЗМАТЛИТ, 2006. — с. 205–249.
9. Мошников, В. А., Спивак Ю. М. Атомно-силовая микроскопия для нанотехнологии и диагностики. // Учеб. пособие СПб.: Изд-во СПбГЭТУ ЛЭТИ, 2009, 80 с.
10. Химические методы получения керамических и полимерных наноматериалов из жидкой фазы: Учеб. пособие./Под общ. ред. В. В. Лучинина и О. А. Шиловой/СПбГЭТУ «ЛЭТИ». СПб., 2013. 218 с.
11. А. И. Курносков, В. В. Юдин. Технология производства полупроводниковых приборов. Учеб. пособие, М.: «Высшая школа», 1974. 368 с.
12. Мошников, В. А., Таиров Ю. М., Хамова Т. В., Шилова О. А. Золь-гель технология микро- и нанокompозитов: Учебное пособие./Под ред. О. А. Шиловой. — СПб.: Изд. «Лань», 2013. — 304 с.: ил.
13. В. А. Сви́дeрский, М. Г. Воронков, В. С. Клименко, С. В. Клименко. Гидролитическая поликонденсация тетраэтоксисилана с солями и оксидами металлов в золь-гель процессе. // ЖПХ. 1997. Т. 70. №10. с. 1698–1703.
14. Shilova, O. A. Synthesis and structure features of composite silicate and hybrid TEOS derived thin films doped by inorganic and organic additives. // Journal of Sol-Gel Science and Technology. 2013. V. 68. N. 3. P. 387–410.

15. Цветкова, И. Н., Шилова О. А., Воронков М. Г., Гомза Ю. П., Сухой К. М. Золь-гель синтез и исследование гибридного силикофосфатного протонпроводящего материала. // Физика и химия стекла. 2008. Т. 34. № 1. с. 88–98.
16. Brinker, C. J., Scherer G. W. Sol-Gel Science: the physics and chemistry of sol-gel processing. San Diego: Academic Press, Inc., 1990. 908 p.
17. Атомная диффузия в полупроводниках. /Под ред. Д. Шоу. Пер. с англ. — М.: Мир, 1975. 684 с.
18. Смирнова, И. В., Мовчан Т. Г., Шилова О. А. Особенности структурирования пленкообразующих кремнезелей в присутствии борной кислоты и четырехлучевого полиола гиперразветвленного строения. // Журнал прикладной химии. 2010. Т. 83. № 12. с. 2001–2007.
19. Мовчан, Т. Г., Урьев Н. Б., Потапов А. В., Ижик А. П., Писарев С. А., Хамова Т. В., Тарасюк Е. В., Шилова О. А. Реология и структурирование нанодисперсных систем на основе органосиликатов. // Механика композиционных материалов и конструкций, 2004, № 2. с. 118–132.
20. Смирнова, И. В., Шилова О. А., Ефименко Л. П., Пугачев К. Э., Мошников В. А., Бубнов Ю. З. Исследование морфологии поверхности наноразмерных силикатных и гибридных пленок методами оптической и атомно-силовой микроскопии. // Физика и химия стекла. 2007. Т. 33. № 4. с. 429–441.
21. Смирнова, И. В., Шилова О. А., Мошников В. А. Применение наноразмерных гибридных органо-неорганических пленок в качестве источников высокотемпературной диффузии бора в монокристаллический кремний. // Известия СПбГЭТУ «ЛЭТИ». 2004. Вып. 2. с. 3–9.
22. Смирнова, И. В. Разработка гадолиний- и боросиликатных наноразмерных пленок, формируемых методом золь-гель технологии. // Автореф. дисс. канд. хим. наук СПб., 2007. 1 п. л.
23. Смирнова, И. В., Шилова О. А., Бубнов Ю. З. Исследование параметров слоев, полученных диффузией бора и гадолиния из силикатных и гибридных пленок в кремниевые пластины. // Физика и химия стекла. 2009. Т. 35. № 1. с. 127–139.
24. Смирнова, И. В., Шилова О. А., Мошников В. А., Гамарц А. Е. Особенности совместной диффузии бора и гадолиния в кремний из наноразмерных гибридных органо-неорганических пленок. // Физика и техника полупроводников. 2009. Т. 43. Вып. 10. с. 1434–1439.
25. И. В. Смирнова. Формирование наноразмерных гибридных органо-неорганических пленок для применения в качестве источников диффузии бора в монокристаллический кремний. // Вестник молодых ученых. 2003. № 8. (Серия: Неорганическая химия и материалы. 2003. № 1). с. 38–43.
26. Смирнова, И. В., Шилова О. А., Мошников В. А., Панов М. Ф., Шевченко В. В., Клименко Н. С. Исследование физико-химических свойств, структуры и состава наноразмерных боросиликатных пленок, полученных золь-гель методом. // Физика и химия стекла. 2006. Т. 32. № 4. с. 632–646.
27. Смирнова, И. В., Шилова О. А., Жабрив В. А., Бубнов Ю. З. Совершенствование процесса диффузии бора и гадолиния в кремний из наноразмерных гибридных органо-неорганических пленок. // Высокие технологии в промышленности России. Труды XII Международной научно-технической конференции. ОАО ЦНИИ «ТЕХНОМАШ», Москва, 2006, с. 64–68.
28. Александров, О. В., Высоцкая С. А., Смирнова И. В., Шилова О. А. Влияние германия и гадолиния на диффузию бора в кремний из примесно-силикатного источника. // Материалы электронной техники. 2008. № 1. с. 22–26.
29. Шилова, О. А., Тарасюк Е. В., Шевченко В. В., Клименко Н. С., Мовчан Т. Г., Хашковский С. В., Шилов В. В. Влияние гидроксилсодержащих низко- и высокомолекулярных добавок на устойчивость золь-гель систем на основе тетраэтоксисилана и структуру получаемых гибридных органо-неорганических покрытий. // Физика и химия стекла. 2003. Т. 29. № 4. с. 527–541.
30. Смирнова, И. В., Мошников В. А., Шилова О. А., Ярославцев Н. П., Ильин А. С. Исследование методом внутреннего трения состава и структуры стекловидных боросиликатных пленок, полученных из золь-гель систем. // Нано- и микросистемная техника. 2005. № 7. с. 28–31.
31. К. И. Портной, Н. И. Тимофеева. Кислородные соединения редкоземельных элементов. Справ. изд. — М.: Металлургия, 1986. 480 с.
32. Шилова, О. А. Силикатные и гибридные нанокпозиционные материалы, формируемые методом золь-гель технологии. Дис. докт. хим. наук. СПб. 2005. 342 с.
33. Филиппов, А. Ф. Введение в теорию дифференциальных уравнений. СПб.: КомКнига, 2007. 240 с.
34. Петрова, И. В., Коваленко Д. Л., Шилова О. А., Бубнов Ю. З. Разработка золь-гель технологии получения тонких наноструктурированных пленок для металлооксидных газовых сенсоров. // Перспективные материалы. 2011. Спец. выпуск: Функциональные наноматериалы и высокочистые вещества, № 11. с. 342–349.

Расчет динамики накопления и кристаллизации соли в выпарном аппарате с переменными параметрами в спускной циркуляционной трубе

Шмаль Игорь Иванович, кандидат физико-математических наук;
Иванов Михаил Александрович, аспирант
Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана

Предложена методика расчета динамики накопления солевого раствора в выпарном аппарате с выносной нагревательной камерой [1–3]. Данное устройство предназначено для повышения концентрации подаваемого исходного раствора соли. Рассмотрен аварийный режим с течью из спускной циркуляционной трубы выше нижней высотной отметки поверхности нагрева в нагревательной камере. Возникают динамические процессы изменения концентрации раствора соли, включая фазовые переходы — образования твердой фазы из насыщенного солевого раствора в нагревательной камере. В циркуляционную трубу производится подача раствора соли.

Расчетная область рассматривается в виде U-образного сосуда, в нисходящей ветви которой поддерживается постоянный уровень, а в восходящей ветви производится подвод тепла, кипение, повышение концентрации солевого раствора и кристаллизация.

Ключевые слова: плотность, расход, выпаривание, соль, растворитель, раствор, концентрация, жидкая фаза, твердая фаза, кристаллизация.

Введение. На простом примере — выпарном аппарате, — предложена методика расчета динамики изменения концентрации соли и кристаллизации. Во многих технических отраслях данные процессы являются актуальными.

Конструкция выпарного аппарата с выносной нагревательной камерой хорошо известна [1-3]. Пусть в необогреваемой циркуляционной трубе возникла течь выше высотной отметки места подачи исходного раствора в циркуляционную трубу и выше нижней высотной отметки поверхности теплообмена в нагревательной камере. После разгерметизации все процессы будем рассматривать при неизменном значении давления — $p(\tau) = const$, где p — давление, Па. Для упрощения пусть температура жидкой и твердой фазы остается неизменной и равна $T = T_{mix}(p)$, где T — температура в градусах Кельвина, К. Поиск зависимостей для параметров, описывающих динамические процессы в выпарном аппарате, является объектом исследования. Использована точечная модель с сосредоточенными параметрами. Уравнение состояния для компонентов среды известно: плотность растворителя (нижний индекс — sv) — $\rho_{sv}(p, T)$, кг/м³, плотность кристаллов соли (нижний индекс — cr) — $\rho_{cr}(p, T) = const(p, T)$ [4], зависимость плотности раствора от концентрации задана следующим образом — $\rho_l = \rho(\rho_{sv}, c)$, $d\rho_l/dc > 0$ (плотность раствора с ростом концентрации увеличивается [4, 5]), известна предельная

концентрация раствора соли при заданной температуре — $c'_{max}(T)$, (здесь c' — концентрация г соли/1 кг раствора).

Модель двухфазной смеси (сосуществование жидкой и твердой фаз) следующая. Жидкая фаза является раствором соли предельной концентрации $c' = c'_{max}$, а образование твердой фазы постулируется только лишь на стенках сосуда. В результате при записи закона Паскаля для двухфазной смеси используется плотность раствора жидкости, соответствующая предельной концентрации $\rho_l = \rho_{lmax} = \rho(\rho_{sv}, c'_{max})$.

Плотность двухфазной смеси ρ_{mixt} , используемая для вычисления массы в известном объеме, равна $\rho_{mixt} = \rho_l + \alpha \cdot (\rho_{cr} - \rho_l)$, где $\alpha = V_{cr} / (V_{cr} + V_l)$ — объемное содержание твердой фазы (где V — объем, м³). Удельный объем (v) двухфазной смеси определяется при известных удельных объемах жидкой и твердой фаз с использованием массового содержания твердой — $\chi = M_{cr} / (M_{cr} + M_l)$, — фазы $v_{mixt} = v_l + \chi \cdot (v_{cr} - v_l)$ (где M — масса, кг).

Отдельные слагаемые разработанного алгоритма были опубликованы авторским коллективом ранее [6–8]. Но рассматривались упрощенные граничные условия, которым очень трудно найти обоснование в технических отраслях. Это строго фиксированные уровни и параметры раствора в опускном участке; подвод жидкости с переменными параметрами извне исключительно в подъемный участок; равенство между подводом жидкости извне и расходом образующегося пара и т. д.

Постановка задачи. Схема расчетной области представлена на рисунке 1. Имеется расчетная область, которая представляет собой два сообщающихся сосуда-объема, т. е. опускной участок — *down volume* (верхний индекс для параметров в ней — dn) и подъемный участок — *upper volume* (верхний индекс для параметров в ней — up).

Зависимость площади поперечного сечения $F^{up}(h)$ и $F^{dn}(h)$, m^2 для обеих подобластей от высотной отметки известны. Последнее позволяет определять соответствующие объемы (нижняя высотная отметка постоянна, верхняя высотная отметка уровня жидкости в опуском участке является «плавающей», ограничена местом течи h_{max}^{dn} h_{lim}^{dn} и балансом расходов): $V^{up}(h^{up}(\tau)) = \int_{h_0^{up}}^{h_{max}^{up}} F^{up}(h^{up}(\tau)) dh^{up}(\tau)$, где V — объем, m^3 , h — высота, m , τ — время,

с) и $V^{dn}(h^{dn}(\tau)) = \int_{h_0^{dn}}^{h_{max}^{dn}} F^{dn}(h^{dn}(\tau)) dh^{dn}(\tau)$. Масса среды, заполняющего верхний и нижний объемы, может определяться следующим образом — $M^{up} = V^{up} \cdot \rho^{up}$ и $M^{dn} = V^{dn} \cdot \rho^{dn}$. Еще раз следует напомнить: 1) двухфазная смесь может существовать лишь в подъемном участке; 2) в опуском участке постулируется пребывание раствора соли с переменной концентрацией и изменяющимся уровнем.

В опуском участке осуществляется подача жидкости из ряда источников — $i=1, n$. Временные зависимости расходов растворов соли $G_{inp}^{dni}(\tau)$ а также их концентрации $c_{inp}^{dni}(\tau)$, известны из граничных условий. Для упрощения изложения постулируется, что температура подаваемого раствора равна температуре насыщения, соответствующей давлению окружающей среды — $T_{inp}^{di} = T_{sat}(p)$, $i=1, n$. Подача недогретой до температуры насыщения жидкости приведет к появлению еще одного параметра, не повлияв на суть самой методики. Учет тепловых балансовых соотношений в данных аппаратах ранее подробно изложен [1-3].

В опуском участке существует переток жидкого раствора соли $G^{du}(\tau)$ с концентрацией, равной текущему значению в *down volume* — $c^{idu}(\tau)$. Значение данного расхода является искомым параметром процесса. Кроме того, по достижении максимального уровня в опуском участке и превышении притока над оттоком $\sum_{i=1}^n G_i^{inp} > G^{du}$ возникает нестационарный перелив раствора соли $G_{out}^{dn} > 0$ с переменной концентрацией в течь. Концентрация раствора соли в G_{out}^{dn} определяется, в первую очередь, из слагаемых G_i^{inp} с минимальной концентрацией $c_{i min}^{inp}$. Объяснение — плотность для растворов большинства солей [4] с минимальной концентрацией является наименьшей, а также — достижение консервативности оценки для результата расчета. Таким образом, параметр G_{out}^{dn} также является искомым параметром моделируемого процесса.

В подъемном участке — *upper volume* — производится подвод тепла, зависимость мощности от времени — $N(\tau)$, Вт — известна из граничных условий — $N(\tau) = f_i(\tau)$. В связи с тем, что температура раствора соответствует температуре насыщения, то все подведенное тепло расходуется на испарение растворителя. Расход образующегося пара определяется соотношением $G_{out}^{up}(\tau) = N(\tau)/r$, где теплота парообразования r , Дж/кг задана $r = i''(T_{sat}) - i'(T_{sat})$, здесь $i''(i')$ — энтальпия пара (жидкости) при температуре насыщения $T_{sat}(p)$, Дж/кг. Содержанием соли в образующемся паре с целью повышения консервативности оценки пренебрегаем, т. е. $c_{out}^{up}(\tau) = 0$.

Так как подъемный и опуском участки представляют собой сообщающиеся сосуды, то справедлив закон Паскаля $\rho_l^{dn} \cdot (h_{max}^{dn} - h_0^{up}) \cdot g = \rho_l^{up} \cdot (h_{max}^{up} - h_0^{up}) \cdot g$, где ρ_{sl} — плотность раствора соли, g — ускорение свободного падения, m/c^2 .

Начальные условия. В начальный момент времени $\tau=0$ сообщающиеся сосуды заполнены до максимального уровня $h_{lim}^{dn}(0) = h_{lim}^{up}(0)$ (сечение течи) раствором соли с концентрацией $c^{dn} = c^{up} = c'(0) < c'_{max}$, соответственно, плотности раствора $\rho_l^{dn} = \rho_l^{up} = \rho_l = \rho(\rho_{sv}, c'(0))$. В соответствии с законом Паскаля, уровни в обоих сосудах одинаковы.

Граничные условия. Известны зависимости от времени для источников членов в опуском участке — $G_i^{inp}(\tau)$, $i=1, n$ и соответствующие концентрации подаваемых растворов соли $c_i^{inp}(\tau)$, $i=1, n$. Известна зависимость от времени подведенной в подъемном участке мощности, используемой на парообразование — $N(\tau)$, с помощью которой определяем расход образующейся паровой фазы $G_{out}^{up}(\tau) = N(\tau)/r$.

Основные уравнения. Основной состав используемых зависимостей был перечислен выше. Для поиска параметров в подъемном участке используются следующее:

$$\frac{dM^{up}(\tau)}{d\tau} = G^{du}(\tau) - G_{out}^{up}(\tau) \text{ — масса среды;}$$

$$\frac{dM_{sl}^{up}(\tau)}{d\tau} = G^{du}(\tau) \cdot c^{dn}(\tau)/1000 \text{ — суммарная масса соли (в жидкой и твердой фазе);}$$

$c^{up} = 1000 \cdot M_{sl}^{up} / (M_{sl}^{up} + M_{sv}^{up})$ для $c^{up}(\tau) \leq c'_{max}$, — случай существования только жидкой фазы, раствора соли;

$c^{up} = c'_{max}$ — случай двухфазной смеси, когда имеется жидкая и твердая фаза;

$\rho_l^{up} = \rho(\rho_{sv}, c^{up})$ — зависимость плотности раствора соли от концентрации;

$\rho_{cr}(p, T) = const$ — плотность твердой фазы — кристаллов, — задана, неизменна.

Основные зависимости для параметров в опускном участке:

$$\frac{dM^{dn}(\tau)}{d\tau} = \sum_{i=1}^n G_{inp}^{dn i}(\tau) - G^{du}(\tau) - G_{out}^{dn}(\tau) \text{ — масса среды — жидкого раствора;}$$

$$\frac{dM_{sl}^{dn}(\tau)}{d\tau} = \sum_{i=1}^n G_{inp}^{dn i}(\tau) \cdot c^{dn i}(\tau)/1000 - G^{du}(\tau) \cdot c^{dn}(\tau)/1000 - G_{out}^{dn}(\tau) \cdot c^{dn}(\tau)/1000 \text{ — масса соли в растворе;}$$

$$c^{dn} = 1000 \cdot M_{sl}^{dn} / (M_{sl}^{dn} + M_{sv}^{dn}) \text{ для } c^{dn} \leq c'_{max} \text{ — случай существования только жидкой фазы, раствора соли.}$$

В рассматриваемой задаче всегда;

$$\rho_l^{dn} = \rho(\rho_{sv}, c^{dn}) \text{ — зависимость плотности раствора соли от концентрации;}$$

Алгоритм поиска решения проще представить в виде двух последовательных этапов. Первый процесс — однофазное выпаривание растворителя, накопление массы соли, рост концентрации раствора, что происходит вплоть до достижения предельной концентрации. При этом увеличивается плотность раствора, что оказывает, в соответствии с законом Паскаля, влияние на уровень раствора соли в подъемном участке. Это приводит к снижению объема, занятого раствором соли в подъемном участке. Первый этап — процесс однофазного выпаривания растворителя, — заканчивается достижением предельной концентрации раствора соли; далее наступает второй этап — выпаривание растворителя из двухфазной смеси. На протяжении второго этапа процесса приток соли, содержащейся в расходе $G^{du}(\tau) \cdot c^{dn}/1000$, приводит к дальнейшему накоплению твердой фазы — кристаллов. Плотность раствора соли, участвующая в записи закона Паскаля, остается неизменной и соответствует предельной концентрации. В зависимости от этапа расчета в значительной мере изменяются расчетные параметры и связь между ними, что подробно отражено в записи методики расчета.

Методика расчета однофазного выпаривания растворителя.

Интегрирование производится с помощью численного метода Эйлера, поиск решения — параметров для следующего временного шага интегрирования, — выполняется методом деления отрезка пополам. Параметры с предыдущего временного шага при этом известны.

Поиск параметров для следующего временного шага $\tau + \Delta\tau$ производится следующим образом.

Этап А. Параметры в опускном участке на этом этапе принимаем неизменными, «замороженными», для момента времени — τ . Производим поиск параметров для подъемного участка, применяем метод деления отрезка пополам.

1) Вычисление $(h_{max}^{dn}(\tau) - h_0^{up}(\tau)) \cdot \rho_l^{dn}(\tau + \Delta\tau) \cdot g$ записи закона Паскаля для опускного участка с предыдущего временного шага;

2) $G_{out}^{up}(\tau) = N(\tau)/i$ — расход пара, покидающего подъемный участок в результате парообразования;

3) $\Delta M_{out}^{up}(\tau) = \Delta\tau \cdot G_{out}^{up}(\tau)$ — масса пара, покидающего подъемный участок в результате парообразования

4) Назначаем значение верхней и нижней границ поиска решения для массы раствора соли, поступающей из опускного участка $\Delta M_{max}^{du}(\tau) = G^{du}(\tau) \cdot \Delta\tau$ и $\Delta M_{min}^{du}(\tau) = 0$.

5) $\Delta M_{cur}^{du}(\tau) = (\Delta M_{max}^{du}(\tau) + \Delta M_{min}^{du}(\tau))/2$ — задаем текущее значение для притока раствора соли из опускного участка

6) $M_{cur}^{up}(\tau + \Delta\tau) = M_l^{up}(\tau) + \Delta M_{cur}^{du} - \Delta M_{out}^{up}(\tau)$ — масса раствора соли в подъемном участке

7) $M_{cur sl}^{up}(\tau + \Delta\tau) = M_l^{up}(\tau) \cdot c^{up}(\tau)/1000 + \Delta M_{cur}^{du} \cdot c^{dn}(\tau)/1000$ — масса соли в растворе

8) $c^{up}(\tau + \Delta\tau) = 1000 \cdot M_{cur sl}^{up}(\tau + \Delta\tau) / M_{cur}^{up}(\tau + \Delta\tau)$ — новое значение концентрации раствора

9) $\rho_l^{up}(\tau + \Delta\tau) = \rho(\rho_{sv}, c^{up}(\tau + \Delta\tau))$ — новое значение плотности раствора соли

10) $V_{cur}^{up}(\tau + \Delta\tau) = M_{cur}^{up}(\tau + \Delta\tau) / \rho_l^{up}(\tau + \Delta\tau)$ — объем раствора в подъемном участке

11) $h_{cur}^{up}(\tau + \Delta\tau) = h^{up}(V_{cur}^{up}(\tau + \Delta\tau))$ — использование геометрических данных для поиска текущего положения уровня раствора в подъемном участке

12) Вычисление $(h_{max}^{up}(\tau) - h_0^{up}(\tau)) \cdot \rho_l^{up}(\tau + \Delta\tau) \cdot g$ записи закона Паскаля для подъемного участка

13) Сравнение весовых столбов в опускном и подъемном участке: если весовой столб в опускном участке (позиция А.1 алгоритма) превышает аналогичную величину для подъемного участка (позиция А.12 алгоритма), то $\Delta M_{min}^{du}(\tau) = \Delta M_{cur}^{du}(\tau)$, в противном случае — $\Delta M_{max}^{du}(\tau) = \Delta M_{cur}^{du}(\tau)$.

14) Производится повторение вычислений, начиная с позиции 5 алгоритма с учетом обновленных значений для поступлений раствора соли из опускного участка. Авторами были проведены тестовые расчеты, в которых получено достаточное значение итераций — $n = 10-20$, — для достижения удовлетворительных результатов.

15) После поиска решения производится проверка физической достоверности результата — $c^{up}(\tau + \Delta\tau) \leq c'_{max}$. В противном случае — для поиска параметров процесса в подъемном участке следует использовать алгоритм поиска решения в двухфазной области. Он будет приведен далее и именуется «Этап В».

Этап Б. Параметры в подъемном участке на этой стадии принимаем неизменными, «замороженными». Запись искомого значения массы раствора в опускном участке:

$$M_l^{dn}(\tau+\Delta\tau) = M_l^{dn}(\tau) - \Delta M_{cur}^{du}(\tau+\Delta\tau) + \Delta\tau \cdot \sum_{i=1}^n G_{inp}^{dni}(\tau) - \Delta\tau \cdot G_{out}^{dn}(\tau),$$

$$M_{sl}^{dn}(\tau+\Delta\tau) = M_l^{dn}(\tau) \cdot c'^{dn}(\tau)/1000 - \Delta M_{cur}^{du}(\tau+\Delta\tau) \cdot c'^{dn}(\tau)/1000 + \Delta\tau \cdot \sum_{i=1}^n G_{inp}^{dni}(\tau) \cdot c'^{dn i}/1000 - \Delta\tau \cdot G_{out}^{dn}(\tau) \cdot c'^{dn}(\tau)/1000$$

масса соли в растворе в опускном участке.

При записи искомого значения следует учесть следующее:

– отток раствора соли содержится в двух членах уравнения: 1. обязательный $-\Delta M_{cur}^{du}(\tau+\Delta\tau)$; 2. «возможный» член — $\Delta\tau \cdot G_{out}^{dn}(\tau)$;

– подача раствора соли $\Delta\tau \cdot \sum_{i=1}^n G_{inp}^{dni}(\tau)$ обеспечивают: 1. компенсацию оттока в подъемный участок $\Delta M_{cur}^{du}(\tau+\Delta\tau)$; 2. возможный компонент, «дозаполнение» объема раствора в опускном участке при $h_{max}^{dn}(\tau) < h_{lim}^{dn}(\tau)$; 3. «перелив» через сечение течи, т. к. максимальный уровень h_{lim}^{dn} и соответствующий объем V_{lim}^{dn} задан в геометрическом описании расчётной области.

Последовательность следующая:

1) $\Delta M_{ad}^{dn}(\tau+\Delta\tau) = \Delta\tau \cdot \sum_{i=1}^n G_{inp}^{dni}(\tau) - \Delta M_{cur}^{du}(\tau+\Delta\tau)$ — определение возможности компенсации перетока из опускного участка в подъемный подаваемой раствором соли из внешних источников.

2) Избыток жидкости может расходоваться на следующий пункт, если эта проблема существует — $h_{max}^{dn}(\tau) < h_{lim}^{dn}(\tau)$. Определяем требуемые величины для заполнения опускного участка до высотной отметки места течи -: $\Delta V_2(\tau+\Delta\tau) = \int_{h_{max}^{dn}}^{h_{lim}^{dn}} F^{dn}(h^{dn}(\tau)) dh^{dn}(\tau)$, $\Delta M_2(\tau+\Delta\tau) = \Delta V(\tau+\Delta\tau) \cdot \rho_l^{dn}(\tau)$. В обратном случае, когда $h_{max}^{dn}(\tau) = h_{lim}^{dn}(\tau)$, то $\Delta M_2(\tau+\Delta\tau) = 0$.

3) Вычисляем $M_{out}^{dn}(\tau+\tau) = \Delta M_{ad}^{dn}(\tau+\Delta\tau) - \Delta M_2(\tau+\Delta\tau)$. Если $M_{out}^{dn}(\tau+\tau) > 0$, то для консервативности модели следует отбирать слагаемые $\Delta\tau \cdot \sum_{i=1}^n G_{inp}^{dni}(\tau)$, которые формируют $M_{out}^{dn}(\tau+\tau)$ следующим образом. Градация слагаемых $G_{inp}^{dni}(\tau)$ определяется на основе $c'^{dn i}(\tau)$: в опускном участке должна оставаться раствор соли из источников с максимальной концентрацией, а раствор соли из источников с минимальной концентрацией используется уходит в «перелив» — $G_{out}^{dn}(\tau+\tau)$.

4) Определяем массу растворенной соли в опускном участке

$$\Delta M_{sl}^{dn}(\tau+\Delta\tau) = \Delta\tau \cdot \sum_{i=1}^n G_{inp}^{dni}(\tau) \cdot c'^{dn i}(\tau)/1000 - \Delta M_{cur}^{du}(\tau+\Delta\tau) \cdot c'^{dn}(\tau)/1000$$

$$\text{и концентрацию } c'^{dn}(\tau+\Delta\tau) = 1000 \cdot (M_{sl}^{dn}(\tau) + \Delta M_{sl}^{dn}(\tau+\Delta\tau)) / (M_l^{dn}(\tau) + \Delta M_l^{dn}(\tau+\Delta\tau)).$$

5) $\rho_l^{dn}(\tau+\Delta\tau) = \rho(\rho_{sv}, c'^{dn}(\tau+\Delta\tau))$ — новое значение плотности раствора соли

6) $V_{l\ new}^{dn}(\tau+\Delta\tau) = M_{out}^{dn}(\tau+\tau) / \rho_l^{dn}(\tau+\Delta\tau)$ — осуществляем проверку и, в случае необходимости, корректировку

слагаемых в записи $\Delta\tau \cdot \sum_{i=1}^n G_{inp}^{dni}(\tau)$ этап Б пункт 3.

Еще раз напомним мотивацию пункта 3 для Этапа Б. При увеличении концентрации раствора соли увеличивается его плотность. Исходя из этого, а также для получения консервативной оценки объясняются манипуляции по выбору направления использования расходов G_{inp}^{dni} — на пополнение объема опускного участка расходуется «наиболее тяжелая жидкость» — раствор с максимальной концентрацией, «легкая жидкость» — поступающий извне раствор с минимальной концентрацией направляет наружу — в перелив G_{out}^{dn} .

Выше приведены алгоритмы поиска параметров для подъемного участка, случай однофазного существования раствора соли (Этап А), и опускного участка (Этап Б)

Этап Б. Вычисления производятся при наличии двухфазной смеси в подъемном участке для момента времени $\tau+\Delta\tau$ либо в случае достижения в этапе А концентраций, превышающих предельные значения $c'_{max} \leq c'^{up}(\tau+\Delta\tau)$.

1) $G_{out}^{up}(\tau) = N(\tau)/h$ — расход пара, покидающего подъемный участок в результате парообразования

2) $\Delta M_{out}^{up}(\tau+\Delta\tau) = \Delta\tau \cdot G_{out}^{up}(\tau)$ — масса пара, покидающего подъемный участок в результате парообразования

3) Исходя из равенства $G^{du}(\tau) = G_{out}^{up}(\tau)$, определяем компоненты массы соли и растворителя в подъемном участке следующим образом $M_{sl}^{up}(\tau+\Delta\tau) = \Delta M_{max}^{du}(\tau) \cdot c'^{dn}(\tau)/1000 + M_{sl}^{up}(\tau)$, $M_{sv}^{up}(\tau+\Delta\tau) = \Delta M_{max}^{du}(\tau) + M_{sv}^{up}(\tau)$

4) $(h_{max}^{dn}(\tau) - h_0^{up}(\tau)) \cdot \rho_l^{dn}(\tau) \cdot g$ — запись закона Паскаля для опускного участка

5) Из записи закона Паскаля для подъемного участка $(h_{max}^{up}(\tau+\Delta\tau)-h_0^{up}(\tau+\Delta\tau))\cdot\rho_l^{up}(\tau+\Delta\tau)\cdot g$ и известной величины в опускном участке можно вычислить соответствующее значение для $h_{max}^{up}(\tau+\Delta\tau)$. В этом случае $\rho_l^{up}(\tau+\Delta\tau)=\rho(\rho_{sv}, c'_{max})$, т. е. плотность жидкости для предельной концентрации соли.

6) $V^{up}(h^{up}(\tau+\Delta\tau)) = \int_{h_0^{up}}^{h_{max}^{up}} F^{up}(h^{up}(\tau+\Delta\tau)) dh^{up}(\tau+\Delta\tau)$ — определяем объем, занятый двухфазной смесью в подъемном участке.

7) $\rho_{mixt}^{up}(\tau+\Delta\tau) = (M_{sl}^{up}(\tau+\Delta\tau) + M_{sv}^{up}(\tau+\Delta\tau)) / V^{up}(h^{up}(\tau+\Delta\tau))$ - плотность двухфазной смеси в подъемном участке

8) $\alpha = \frac{\rho_{mixt}^{up}(\tau+\Delta\tau) \cdot \rho_l^{up}(\tau+\Delta\tau)}{\rho_{cl}^{up} \cdot \rho_l^{up}(\tau+\Delta\tau)}$ — определяем объемное содержание твердой фазы в смеси в подъемном участке

9) $\chi = \frac{M_{sl}^{up}(\tau+\Delta\tau)}{M_{sl}^{up}(\tau+\Delta\tau) + M_{sv}^{up}(\tau+\Delta\tau)}$ — определение массового содержание твердой фазы в смеси в подъемном участке

Предложенный алгоритм разработан для случая «накопления» соли в подъемном участке, т. к. истекающий расход G_{out}^{up} не содержит соли, а входящий расход — G^{du} , - является раствором соли. Изменение же граничных условий — появление концентрации раствора соли $c'_{out}^{up} > 0$ в члене G_{out}^{up} - может приводить к снижению концентрации и массы твердой фазы в подъемном участке. В этом случае алгоритм расчета должен быть изменен, что будет рассмотрено в дальнейшем.

Для иллюстрации работоспособности методики и воплощения алгоритма в программном средстве приведем некоторые расчетные результаты, полученные для раствора и кристаллов одной из солей — Рисунки 2-5. Масштаб времени — ось абсцисс, — на всех рисунках одинаков, т. е. качественную динамику всех основных параметров процесса, включая связь между ними, можно проследить.

Заключение. Полученное знание — разработанная методика и программное обеспечение, — может с успехом применяться для решения различных задач науки и техники, если прослеживается идентичность схемы расчетного объекта с Рисунком 1 и происходят аналогичные физико-химические процессы.

Подробный анализ динамики накопления солей, включая образование твердой фазы, авторы планируют произвести в ходе дальнейшей работы.

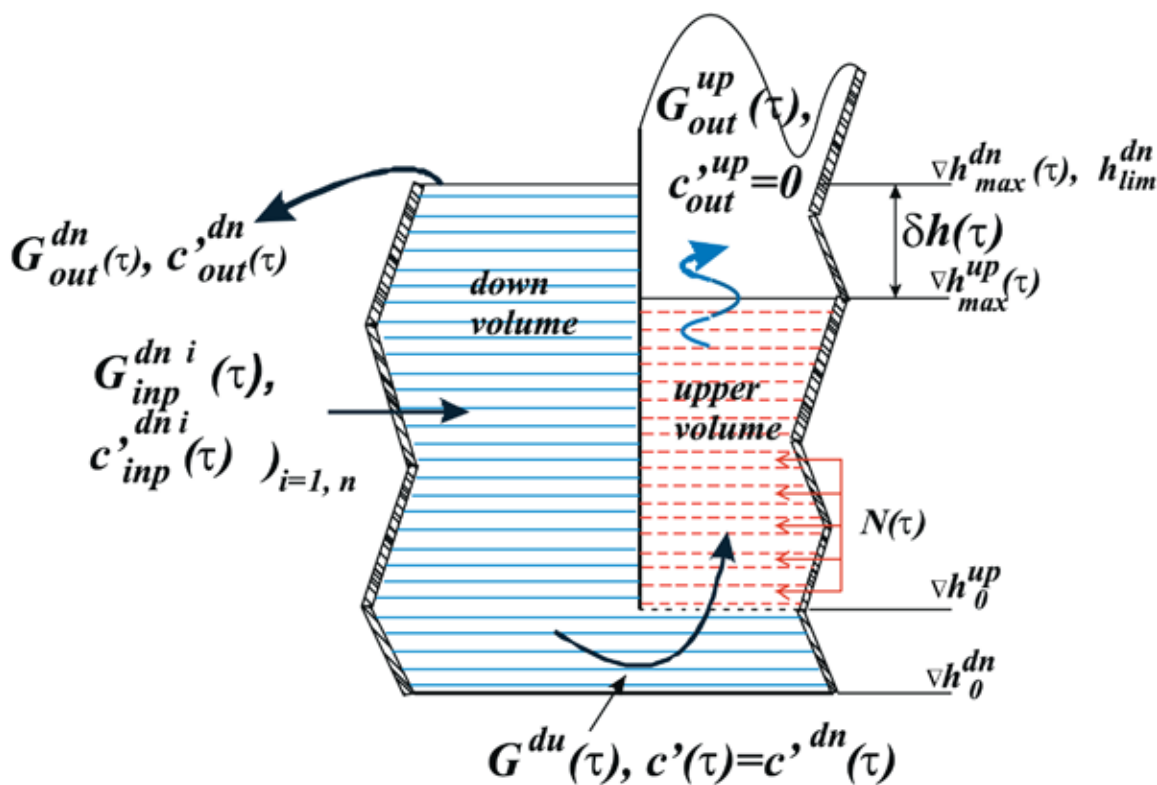


Рис. 1. Схема расчетной области

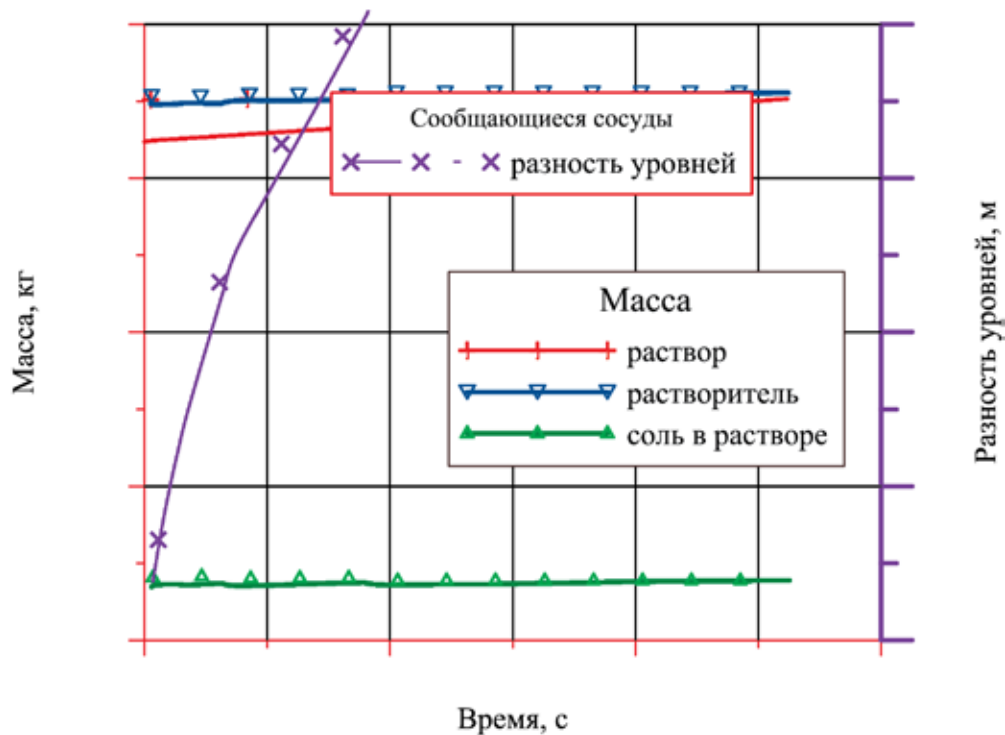


Рис. 2. Динамика составляющих массы в опускном участке рабочей области

Изменение разности уровней в сообщающихся сосудах

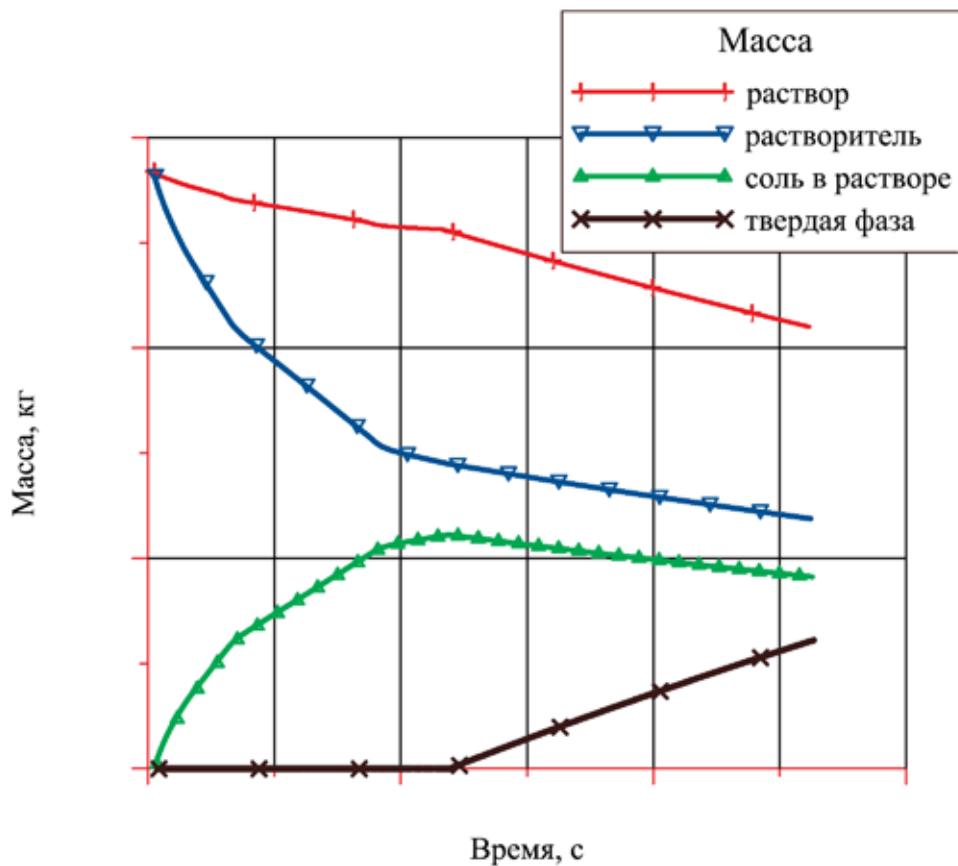


Рис. 3. Динамика составляющих массы в подъемном участке рабочей области

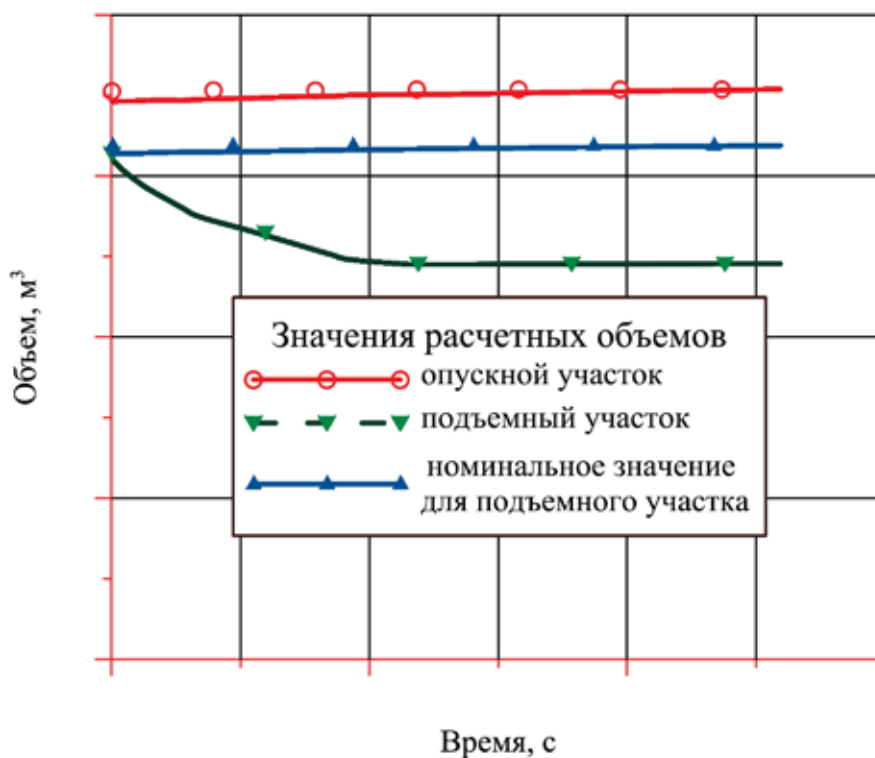


Рис. 4. Динамика изменения объемов, заполненных раствором и двухфазной смесью

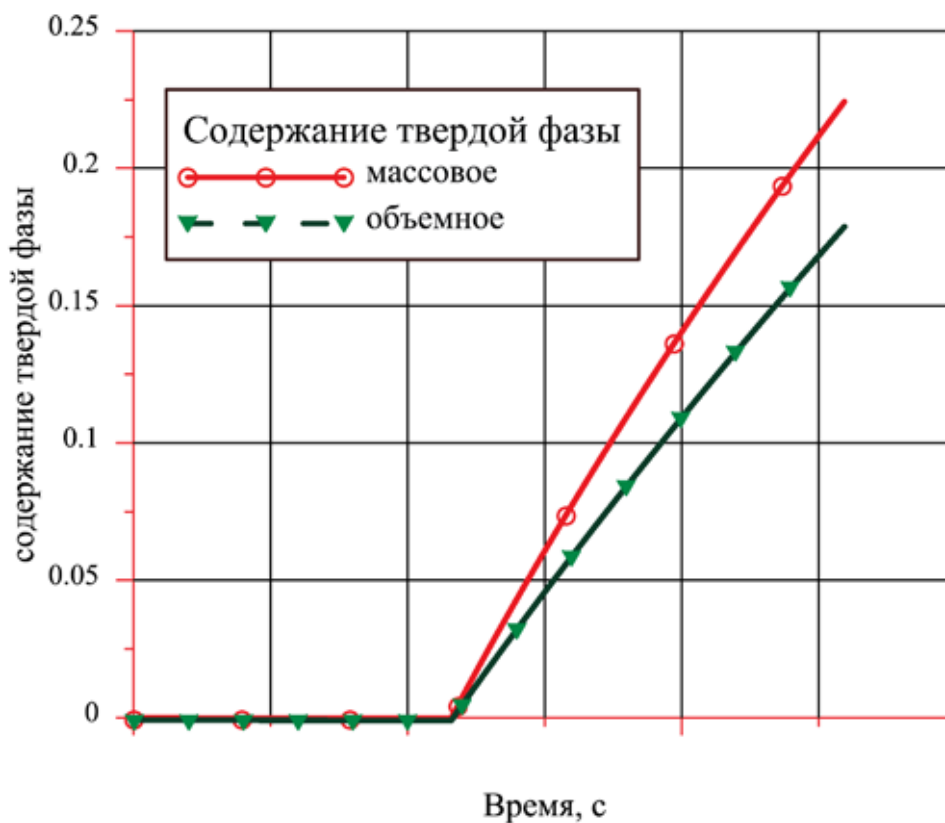


Рис. 5. Динамика изменения содержания твердой фазы в подъемном участке

Литература:

1. Касаткин, А. Г. Основные процессы и аппараты химической технологии. М.: Химия, 1971, 784 с.
2. Гельперин, Н. И. Основные процессы и аппараты химической технологии. М.: Химия, 1981, 812 с.
3. Химическая энциклопедия. В 5 т.: Т. 1. Редакционная коллегия Кнуньянц И. Л. (гл. редактор) и др. — М., Советская энциклопедия, 1988, 623 с.
4. Справочник химика. В 5 т.: Т. 2. Редакционная коллегия Никольский Б. П. (гл. редактор) и др. — Л., Ленинградское отделение Госхимиздата, 1963, 1168 с.
5. Справочник химика. В 5 т.: Т. 4. Справочник химика. В 5 т.: Т. 3. Редакционная коллегия Никольский Б. П. (гл. редактор) и др. — М., Химия: 1965, 1168 с.
6. Шмаль, И. И. Аналитические оценки для процесса кристаллизации // Молодой ученый. — 2013. — №7 (54), с. 30–31.
7. Шмаль, И. И. Метод расчета нестационарных изменений концентрации в выпарных установках // Молодой ученый. — 2013. — №8 (55), с. 42–44.
8. Шмаль, И. И. Проблемы моделирования кристаллизации // Молодой ученый. — 2013. — №8 (55), с. 44–47.

ИНФОРМАТИКА

Актуальность внедрения технологий электронного правительства в администрации г. Владивостока

Максименко Анастасия Петровна, студент
Владивостокский государственный университет экономики и сервиса

С каждым годом информационные технологии приобретают все большее значение в деятельности органов власти. Поскольку именно они способны уменьшить «пропасть», возникшую в нашей стране между чиновниками и населением, сблизить власть с людьми. Подтверждением тому может служить переход к электронному муниципалитету, который существенно сокращает время предоставления государственных и муниципальных услуг, делает муниципалитеты более доступными для граждан, а саму деятельность местных органов власти — более прозрачной.

Необходимости решения этой задачи и анализу проблем, возникающих на пути ее реализации, на примере г. Владивостока как раз и посвящена дипломная работа на тему: «Информационная инфраструктура муниципальных учреждений образовательной сферы города Владивостока», автор Максименко Анастасия Петровна, защита которой состоится ВГУЭС, КАФЕДРА ГМУ (кафедра государственного и муниципального управления).

Актуальность такого исследования сегодня не вызывает ни у кого сомнения. Ведь особая роль информационного обеспечения управления МО и предоставления электронных информационных услуг даже отмечена Председателем Правительства Российской Федерации Владимиром Путиным: «Нам нужно избавить людей от необходимости ходить по конторам, трепать там нервы в очередях тогда, когда нужно получить элементарные бумаги из БТИ, собесов, ДЭЗов, паспортных столов и регистратур в поликлиниках. Поэтому уже в ближайшие годы мы должны полностью отстроить систему предоставления государственных и муниципальных услуг в электронном виде. Речь идёт об информационных и сервисных порталах, интегрированных каналах связи, ведомственных и региональных банках данных».

В дипломной работе отмечается, что в настоящее время информационная открытость в деятельности органов местного самоуправления является обязательным условием, прописанным в федеральном законе «Об обеспечении доступа к информации о деятельности государ-

ственных органов и органов местного самоуправления». В администрации города Владивостока реализация требований этого закона закреплена за управлением информационно-программного обеспечения, которое является ее структурным подразделением и подчиняется непосредственно заместителю главы. Кроме того, необходимость выполнения информационно-коммуникативных функций подкреплена наличием в администрации МО соответствующей технической базы. Так, уровень обеспеченности муниципальных служащих Владивостока персональными компьютерами на сегодняшний день приближен к 100%-й отметке. Во всех структурных подразделениях созданы локальные вычислительные сети, к которым подключено около 96% персональных компьютеров. Еще 65% персональных компьютеров подключены к сети Интернет.

Вкупе все это позволяет органам местного самоуправления Владивостока и их структурным подразделениям формировать муниципальные информационные ресурсы, обеспечивать их использование и защиту в соответствии с установленной компетенцией. Например, для обеспечения доступа жителей, предприятий, организаций, учреждений Владивостока к информации о деятельности органов местного самоуправления, а также для решения иных задач в области информационной политики создан Интернет-сайт муниципального образования (электронный адрес <http://www.vlc.ru>). Как и другие муниципальные информационные ресурсы, он является открытым и общедоступным. Исключение составляет лишь документированная информация, отнесенная к категории ограниченного доступа.

Тем не менее, население находит уровень предоставления электронных информационных услуг в МО г. Владивосток низким. Треть респондентов, или 33,4%, считает его неудовлетворительным, а большинство (53,8%) — всего лишь удовлетворительным. И только 12,8% опрошенных говорят, что электронные информационные услуги оказываются во Владивостоке на «хорошо».

Так в чем причины такого неэффективного муниципального информационного обеспечения во Владивостоке? Как показывают результаты проведенного исследования, а также оценивают сами сотрудники местной администрации, главными из них являются:

— отсутствие программы информатизации муниципального образования (движения к информационному обществу, электронного правительства);

— отсутствие в бюджете муниципального образования отдельной строки «Информатизация органа местного самоуправления»;

— отсутствие в муниципальном образовании системы мероприятий и мер по развитию информационно-коммуни-

кационной инфраструктуры муниципального образования;

— низкий уровень профессиональной компетентности специалистов в области информационно-коммуникационных технологий или отсутствие нужного количества специалистов.

В связи с этим автор дипломной работы приходит к выводу, что внедрение технологий электронного правительства в администрации г. Владивостока целесообразно осуществлять в рамках целевых муниципальных программ (например, «Развитие муниципальной информационной системы МО г. Владивосток на 2015–2020 годы») и в целом встраивать в общероссийскую систему мероприятий в области информатизации.

Литература:

1. Федеральный закон №8-ФЗ «Об обеспечении доступа к информации о деятельности государственных органов и органов местного самоуправления»
2. «Стратегия развития информационного общества в Российской Федерации» (утверждена Президентом РФ 07.02.2008 г. №Пр-212).
3. Иванов, П., Малышев С. Актуальные проблемы и перспективы информационно-аналитического обеспечения деятельности региональных органов власти // Управленческое консультирование. 2006
4. Туронок, С.Г. Информационные системы в государственном управлении // Проблемный анализ и государственно-управленческое проектирование. 2009. Выпуск 3.

БИОЛОГИЯ

Влияние режимов анаэробного сбраживания органических отходов в биогазовой установке на жизнеспособность семян пастушьей сумки (*Capsella bursa pastoris*)

Сатишур Виктор Андреевич, заведующий лабораторией «Биохимии»
Полесский аграрно-экологический институт НАН Беларуси (г. Брест)

Время экспозиции и температура анаэробного сбраживания семян пастушьей сумки в лабораторной биогазовой установке оказали достоверное влияние на снижение жизнеспособности семян. При температуре анаэробного сбраживания 30–35°C полная гибель семян пастушьей сумки произошла на 29 сутки, а при температуре 50–55°C на 20 сутки.

Ключевые слова: семена пастушьей сумки, сорные растения, навоз, биогазовая установка, анаэробное сбраживание.

Один из важнейших элементов систем земледелия — борьба с сорняками. Сорняки — это растения, засоряющие сельскохозяйственные угодья и наносящие вред сельскохозяйственным культурам. К сорным принадлежат растения, не культивируемые человеком, но исторически приспособившимся к условиям возделывания культурных растений, растущих вместе с ними и наносящие вред посевам. В процессе эволюции некоторые сорняки настолько приспособились к условиям жизни культурных растений, что существуют как спутники последних и произрастают совместно. Такие сорняки называются специализированными. Они засоряют посевы только определенных культур.

Сорняки отличаются большой устойчивостью к неблагоприятным почвенно-климатическим условиям. Приспосабливаясь к жизни культурных растений, они вырабатывают аналогичные им свойства как высокоорганизованные растения, обладают высокой экологической пластичностью. Жизнеспособные семена сорных растений содержатся практически во всех видах органических удобрений. Внесение некачественных органических удобрений на поля может привести к увеличению численности сорных растений в посевах сельскохозяйственных культур. Семена сорных растений, заделанные в почву с органическими удобрениями, оказываются в оптимальных условиях питания, что обеспечивает им мощное развитие, повышенную конкурентоспособность по отношению к культурным растениям и высокую семенную продуктивность.

Присутствие в органических удобрениях большого запаса жизнеспособных семян сорных растений значительно снижает эффективность вносимых удобрений. Литера-

турные данные указывают, что покой семян определяется анатомическим строением их оболочек. Покой семян может быть нарушен скарификацией, световыми, температурными и иными факторами. Хорошим способом подавления активности находящихся в навозе семян сорных растений является анаэробная (биогазовая) обработка навоза [1].

В 2008 г. в ОАО «СГЦ «Западный» введена в эксплуатацию первая биогазовая установка в Республике Беларусь. В поступающих в эту биогазовую установку органических отходах нами обнаружены семена более двадцати видов сорных растений. Для установления оптимальных режимов работы биогазовой установки, предотвращающих попадание жизнеспособных семян сорных растений в агроэкосистему и загрязнения прилегающих земель нами проведены исследования влияния процессов анаэробной ферментации органических отходов в биогазовой установке на сохранение жизнеспособности семян сорных растений. Работа выполнена при финансовой поддержке Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований (договор с БРФФИ №Б13М — 075 от 16.04.2013 г.).

Пастушья сумка — *Capsella bursa pastoris*, сем. Капустные. Стебель прямой, ветвистый, высотой 20...60 см. Листья очередные, нижние в прикорневой розетке, черешковые, стеблевые — стеблеобъемлющие, покрыты звездчатыми и простыми волосками. Цветки мелкие, белые, в кистевидном соцветии. Корень стержневой. Плод — треугольно-обратнояцевидный раскрывающийся стручок. Семена в гнездах многочисленные, весьма мелкие, более или менее овальные, сплюснутые, с двумя бороздками к заостренному основанию. Поверхность бле-

стящая, мелкобугорчатая, желто-коричневая. Всходы темно-зеленые, розеточной формы. Плодоносит в июле-сентябре. На одном растении образуется от 2000 до 50000 семян. Максимальная плодовитость 270000 семян. Сохраняют семена всхожесть в почве до 6 лет. Растет на полях, лугах, пастбищах. Засоряет преимущественно озимые зерновые, многолетние травы.

Цель работы — установить влияние времени и температуры анаэробного сбраживания семян пастушьей сумки в биогазовой установке на изменение их жизнеспособности.

Для установления закономерностей потери жизнеспособности семян сорняков в зависимости от времени и условий анаэробного сбраживания нами проведено сбраживание помещенных в тканевые мешочки семян с органическими отходами в лабораторной биогазовой установке (рисунок 1). Сбраживание семян проводили в течение 6, 12, 18, 24 дней при двух температурных режимах 30–35°C и 50–55°C. Температуру выдерживали путем помещения биогазовой установки в термостат. Для определения жизнеспособности семян сорных растений они высевались на фильтровальную бумагу в растильнях, заполненных на 2/3 водой. Высевались семена сорных растений, как не обработанные в биогазовой установке, так и семена, которые прошли сбраживание в биогазовой установке.

Анаэробное сбраживание семян пастушьей сумки в лабораторной биогазовой установке оказало достоверное влияние на изменение жизнеспособности семян в зависимости от времени экспозиции и температуры (таблица 1)

Так, при обработке семян пастушьей сумки в биогазовой установке при температуре 30–35°C в течение шести суток увеличивалось количество проросших семян и их всхожесть на 8%, по сравнению с необработанными семенами.

При более длительной экспозиции семян пастушьей сумки в лабораторной биогазовой установке в течение двенадцати и восемнадцати суток происходило снижение количества проросших семян и всхожести до 38%. В результате сбраживания в течение двадцати четырех суток семена пастушьей сумки полностью теряли всхожесть.

Увеличение температуры анаэробного сбраживания семян пастушьей сумки до 50–55°C и экспозиции в течение шести суток привело к снижению всхожести семян на 38% по сравнению с необработанными семенами. Экспозиция семян пастушьей сумки в лабораторной биогазовой установке в течение двенадцати суток при 50–55°C снизила всхожесть семян до 12%. Дальнейшая обработка семян в течение восемнадцати суток привела к полной потере всхожести семян.

Интерпретировав полученные экспериментальные данные, как временные ряды, что обусловлено последовательностью измерений в определенные моменты анаэробного сбраживания семян. Мы сможем установить трендовую зависимость жизнеспособности семян сорных растений от продолжительности их пребывания в биогазовой установке. Нами получены уравнения регрессии для температуры анаэробного сбраживания 30–35°C $y = -3,2x + 90,8$, для температуры 50–55°C $y = -3,0667x + 61,2$, где x — время сбраживания, от-



Рис. 1. Лабораторная биогазовая установка

Таблица 1. Жизнеспособность семян пастушьей сумки (*Capsella bursa pastoris*), %

Температура, °C	Экспозиция, сутки				
	0	6	12	18	24
30–35	74	82	68	38	0
50–55	74	36	12	0	0

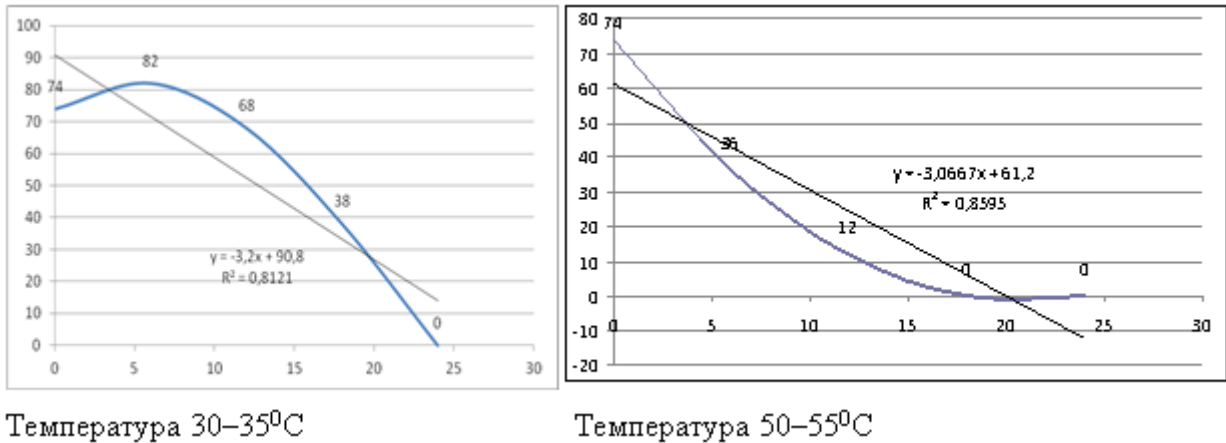


Рис. 2. Зависимость жизнеспособности семян пастушьей сумки от времени и температуры анаэробного сбраживания

ражающие зависимость жизнеспособности семян пастушьей сумки от времени анаэробного сбраживания (рисунки 2).

Также мы произвели расчет коэффициента достоверности аппроксимации (R^2), который показывает степень соответствия трендовой модели исходным данным. Его значение может лежать в диапазоне от 0 до 1, чем ближе R^2 к 1, тем точнее модель описывает имеющиеся данные. При анаэробном сбраживании семян пастушьей сумки коэффициент достоверности аппроксимации составил $R^2 = 0,8121-0,8595$. Полученные коэффициенты под-

тверждают то, что увеличение времени сбраживания достоверно влияет на снижение жизнеспособности семян пастушьей сумки. Причем коэффициент достоверности увеличивается с увеличением температуры сбраживания.

На основании математических расчётов установлены следующие значения потери жизнеспособности семян пастушьей сумки при их анаэробном сбраживании. Установлено, что полная гибель семян пастушьей сумки происходит при температуре их анаэробного сбраживания 30–35⁰С на 29 сутки, а при температуре 50–55⁰С на 20 сутки (таблица 2).

Таблица 2. Расчетная жизнеспособность семян пастушьей сумки (*Capsella bursa pastoris*), %

Экспозиция, сутки	Температура анаэробного сбраживания семян, °С	
	30–35 ⁰ С	50–55 ⁰ С
	$y = -3,2x + 90,8$	$y = -3,0667x + 61,2$
1	87,6	58,1
2	84,4	55,1
3	81,2	52,0
4	78,0	48,9
5	74,8	45,9
6	71,6	42,8
7	68,4	39,7
8	65,2	36,7
9	62,0	33,6
10	58,8	30,5
11	55,6	27,5
12	52,4	24,4
13	49,2	21,3
14	46,0	18,3
15	42,8	15,2
16	39,6	12,1
17	36,4	9,1
18	33,2	6,0

Продолжение таблицы 2

19	30,0	2,9
20	26,8	0
21	23,6	0
22	20,4	0
23	17,2	0
24	14,0	0
25	10,8	0
26	7,6	0
27	4,4	0
28	1,2	0
29	0	0

Таким образом, в результате проведенных исследований установлено, что время экспозиции и температура анаэробного сбраживания семян пастушьей сумки в биогазовой установке оказали достоверное влияние на сни-

жение жизнеспособности ее семян. Полная гибель семян пастушьей сумки произошла при температуре анаэробного сбраживания 30–35°C на 29 сутки, а при температуре 50–55°C на 20 сутки.

Литература:

1. Босак, В. Н. Органические удобрения: Монография/УО «Полесский государственный университет». — Пинск: ПолесГУ, 2009. — 256 с.

Очистка сточных вод на биологических очистных сооружениях г. Петров Вал

Харченко Элла Николаевна, учитель биологии
МБОУ СОШ №56 (г. Петров Вал, Волгоградская обл.)

Введение.

Основными источниками загрязнения и засорения водоемов являются недостаточно очищенные сточные воды от предприятий и населения. В наш индустриальный век водоемы уже не справляются со сбрасываемыми стоками, поэтому остро встает вопрос об очистке сточных вод. Перед их сбросом в водоем. Каждый населенный пункт нашей страны решает этот вопрос по-своему. Методы очистки сточных вод можно разделить на механические, химические, физико-химические и биологические.

Очистные сооружения канализации. Механическая очистка.

Очистные сооружения канализации г. Петров Вал рассчитаны на полную очистку сточных вод, биологическую очистку смеси производственных и хозяйственно-бытовых стоков города. Комплекс представляет собой систему последовательно расположенных сооружений для механической и биологической очистки. Хозяйственно-бытовые и производственные стоки города канализационными насосными станциями перекачиваются в приемную камеру очистных сооружений канализации. Сточные воды проходят через решетки с прозорами 16мм с ручной очисткой отбросов, которые собираются в специальный контейнер.

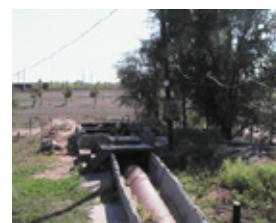


Рис. 1. Приемная камера с решетками и отводящим лотком

Далее стоки поступают в песколовки с круговым движением воды, где происходит осаждение минеральных примесей, в основном песка.



Рис. 2. Горизонтальная песколовка с круговым движением воды

После песколовок стоки попадают в двухъярусные первичные отстойники. В отстойниках из сточной воды выделяются грубодисперсные нерастворимые примеси, которые под действием гравитационной силы оседают на дно отстойника. Далее осветлённая сточная жидкость поступает в аэротенки на биологическую очистку.



Рис. 3. Двухъярусный первичный отстойник

Сооружения биологической очистки.

Сооружениям биологической очистки отводится главенствующая роль в общем комплексе сооружений канализационной очистной станции. В результате процессов биологической очистки сточная вода может быть очищена от многих органических и некоторых неорганических примесей. В состав сооружений биологической очистки входят аэротенки и вторичные отстойники. Стоки, поступающие в аэротенки, перемешиваются сжатым воздухом с возвратным активным илом. Очистка сточных вод в аэротенках происходит с помощью активного ила — биоценоза организмов, развивающихся в аэробных условиях на органических загрязнениях, содержащихся в сточной воде. Ведущая роль в процессах изъятия из сточной жидкости растворенных, коллоидных и крупных органических загрязнений принадлежит бактериям. Кроме бактерий в очистных сооружениях часто развиваются и другие растительные организмы — водоросли и грибы.



Рис. 4.

Наиболее многочисленны в иле простейшие (Protozoa). Это одноклеточные микроскопические животные, но клетка их имеет довольно сложное строение.

Классификация простейших основана на способах движения. К простейшим относятся классы саркодовых (Sarcodina), жгутиковых (Mastigophora или Flagellata) и инфузорий (Ciliata или Infusoria). Роль простейших заключается, прежде всего, в том, что, питаясь бактериями и взвешенными веществами, они способствуют осветлению воды и до известной степени ее обеззараживанию. Кроме того, простейшие выполняют **функцию индикаторов**.

По развитию тех или иных форм можно судить о качестве очистки сточной воды.

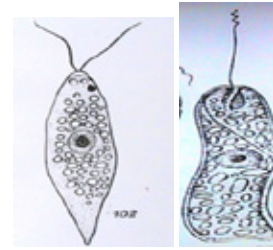


Рис. 5. Представители жгутиконосцев

Из класса саркодовых, наиболее часто встречаются в сооружениях, так называемые, корненожки. Одни из них не имеют оболочки (голые корненожки), тело других заключено в раковины (раковинные корненожки). (Рисунок 5) Передвигаются саркодовые при помощи псевдоподий, питаются бактериями, а также простейшими.

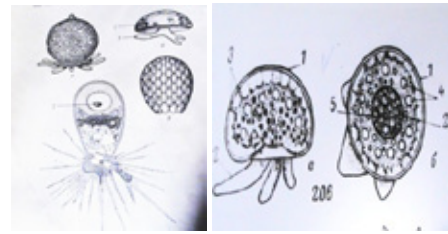


Рис. 6.

На рисунке 6 представлена раковинная корненожка Ацинета вульгарис.

Инфузории — организмы, относящиеся к этому классу, очень разнообразны и обладают наиболее сложным строением из всех простейших. Они имеют оболочку и, более или менее, постоянную форму тела. На переднем конце у них расположено ротовое отверстие. Характерный признак организмов этого класса — наличие ресничек.

У равноресничных инфузорий все реснички одинаковые и покрывают равномерно всю поверхность тела.



Рис. 7. Инфузория-туфелька

Из других животных организмов в очистных сооружениях обычно присутствуют черви: щетинковые (Oligochaeta и Polychaeta), круглые (Nematoda) и колдоватки (Rotatoria). Чаще всего встречаются различные колдоватки (рис. цефалоделля). Колдоватки — это микроскопические многоклеточные животные длиной от 0,04

до 2,5 мм. Тело их состоит из трех отделов: головы, туловища, ноги, но у некоторых коловраток провести это деление невозможно.



Рис. 8. Хилодонелля

Голова снабжена коловращательным аппаратом, состоящим из ресничек. Туловище часто покрыто панцирем, нога служит для прикрепления к субстрату и обычно имеет выросты. При неблагоприятных условиях голова и нога могут втягиваться под грудной панцирь.

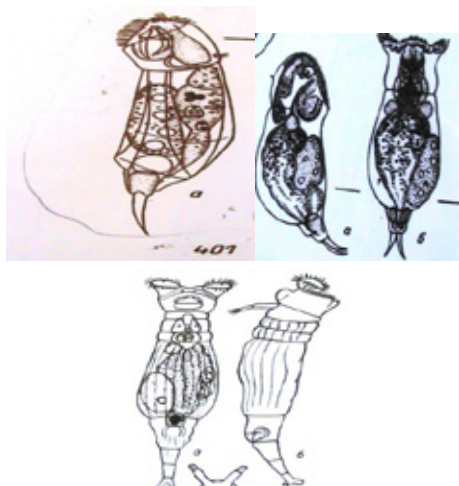


Рис. 9.

Биоценоз активного ила.

В процессе движения иловой смеси по коридорам аэротенка происходит сорбция загрязнений развитой поверхностью активного ила и окисление органических веществ. Затем иловая смесь из аэротенков поступает во вторичные отстойники, где происходит отделение очищенной воды от оседающего активного ила. Очищенная вода после вторичных отстойников поступает на обеззараживание в контактные резервуары, где смешивается с хлорной жидкостью от станции хлорирования на гипохлорите натрия



Рис. 10.

Заключительный этап очистки сточных вод.

После контактного резервуара очищенные сточные воды по закрытому лотку длиной 30 м самотеком поступают в пруд-накопитель размером 80x20 м и глубиной до 2 м. Далее, по самотечному коллектору $D=500$ мм, длиной 950 м через ж/б выпуск сбрасываются в старицу реки Иловля. Водовыпуск береговой, безнапорный. Сточные воды, смешавшись с водой Старицы, по водному тракту, покрытому зарослями камыша и рогоза, длиной 500 м и глубиной до 3 м, попадают в основное русло реки Иловля в районе с. Барановка.



Рис. 11.

Литература:

1. А. А. Яхонтов «Зоология учителя», том первый, Москва, 1968 год, изд. «Просвещение».
2. С. В. Дружинин «Исследование воды и водоёмов в условиях школы», Москва, 2008 г., «Чистые пруды», библиотечка «Первое сентября», серия «Биология», выпуск 20.

МЕДИЦИНА

Особенности наружного строения языка человека на поздних этапах внутриутробного развития

Белоконь Сергей Александрович, кандидат медицинских наук, доцент
Украинская медицинская стоматологическая академия (г. Полтава)

Большое значение в возможности полноценного и адекватного решения проблем клинической медицины имеет знание анатомического строения и гистоархитектоники каждого соответствующего органа, что в полной мере касается и языка человека (ЯЗЧ), многогранность функций которого связана со сложностью собственного строения как из-за большого количества и разнородности структурных элементов, так и из-за высокого уровня организации с использованием, при необходимости, определённого числа первичных структурных единиц [6, 9, 14].

Однако, исследователи отмечают практически нерешённость вопроса стромально-паренхиматозных изменений языка человека в возрастном аспекте, акцентируют, что комплексное изучение нарушений соотношения его паренхимы и стромы в разные возрастные периоды может иметь существенное практическое медико-социальное значение, позволив объяснить возможные механизмы развития органических и функциональных нарушений этого органа [4].

В то же время, как мы уже отмечали в предыдущих публикациях [2], в связи с не редкостью случаев опухолевого поражения ЯЗЧ, прогрессирующими возрастными нарушениями вкусовосприятия и речеобразования [7, 15], учитывая отрывистые данные литературных источников касательно особенностей строения языка человека в период эмбрионального развития, актуальным, по нашему убеждению, является изучение его анатомо-морфологических, гистохимических и иммуногистохимических изменений у плода. Очевидно, они могут быть основой, определяющей вероятность возникновения структурной патологии ЯЗЧ и его дисфункции в постнатальном периоде [3, 10, 11].

Цель работы — на макро-микроскопическом уровне определить особенности наружного строения языка на поздних этапах внутриутробного развития человека.

Материал и методы исследования. Данная работа является частью комплексного исследования, проведенного на 30 языках плодов человека в период 18–25 недель гистации, полученных после искусственного прерывания

беременности по социальным показаниям, отдельные фрагменты которого нами представлены в предыдущей публикации [2].

Таким образом, весь исследуемый материал был разделен на 3 группы — по 10 языков 18–20-недельных, 21–22-недельных и 23–25-недельных плодов, а тотальные влажные препараты ЯЗЧ рассматривались при помощи стереомикроскопа МБС-9 в отражённом свете [2].

Кроме того, на данном этапе исследования на поперечных и продольных эпоксидных шлифах, изготовленных по собственным методикам [9], при небольших увеличениях светового микроскопа МБС-3 изучено морфологическую структуру языка у 10 эмбрионов человека 18–20 неделях гистации.

Результаты исследования и их обсуждение. Согласно полученных результатов, языки всех трёх групп, являясь мышечными органами, покрытыми сверху, с боков и частично снизу слизистой оболочкой (СО), имеют сходное макроскопическое строение. Тело каждого из них заканчивается спереди плоской, закруглённой верхушкой, азади отграничено от корня терминальной бороздой, состоящей из двух половин, сходящихся на срединной линии ЯЗЧ под тупым, открытым кпереди, углом, у верхушки которого располагается слепое отверстие языка — след цито-язычного протока, облитерировавшегося в указанные сроки исследования во всех наших наблюдениях [2, 12, 13].

На спинке ЯЗЧ продольно проходит срединная борозда, соответственно которой в толще органа есть соединительнотканная перегородка, делящая его тело на две части.

Нижняя поверхность языка (Рис. 1) свободна только в передней части. Её гладкая СО имеет две сходящиеся кпереди бахромчатые складки. Сагиттально на нижней поверхности ЯЗЧ располагается его уздечка, в области прикрепления которой есть небольшое выпячивание, где открываются протоки поднижнечелюстных и подъязычных слюнных желез (Рис. 2). По бокам от уздечки и впереди выводных протоков наблюдается бахромчатая полоска с элементами лимфоидной ткани. Считается [5], что, не беря во внимание язычную миндалину, на вентральной

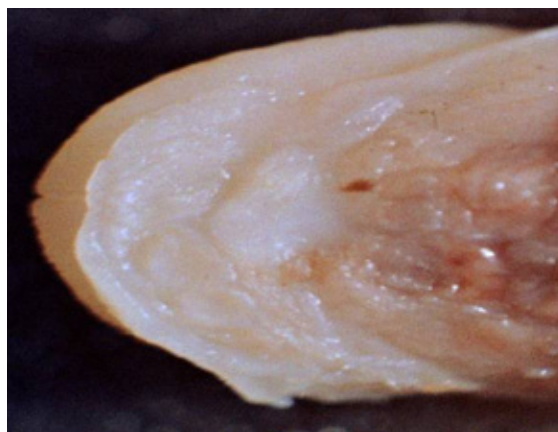


Рис. 1. Нижняя поверхность языка человека на 18–20 неделях внутриутробного развития. Тотальный влажный препарат

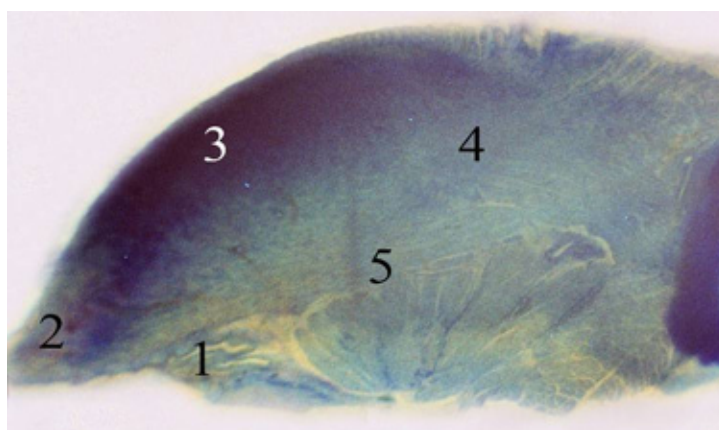


Рис. 2. Продольный шлиф языка человека на 18-20 неделях внутриутробного развития (сагиттальная плоскость). Окраска метиленовым синим. Макросъёмка: объектив f=50мм, Рарcolar, растяжение меха 90 мм.
1 – область уздечки языка с местом открытия протоков поднижнечелюстных и подъязычных слюнных желез;
2 – вершушка языка; 3 – спинка языка; 4 – корень языка; 5 – участок нижней поверхности языка

и боковых поверхностях языка локализуется наибольшее количество лимфоидных элементов.

Таким образом, слизистая оболочка органа, отличающаяся по своему строению от других участков СО полости рта, гладкая на корне и вершущке ЯЗЧ, равномерно тонкая на его нижней поверхности, а шершавая на спинке и боковых поверхностях, что обусловлено наличием там большого количества различных по форме мелких возвышений — сосочков, достаточно хорошо выраженных во всех наших наблюдениях.

Так, наименьшие, но самые многочисленые нитевидные сосочки (НС) (*papillae filiformes*), располагаясь поперечно параллельными рядами, плотно прилегают друг к другу, придавая поверхности языка бархатный вид (Рис. 3, 4, 5). Они наиболее выражены в среднем отделе спинки органа и около желобовидных сосочков (ЖС). В области корня ЯЗЧ ряды НС повторяют рисунок терминальной борозды, выполняя механическую функцию и играя роль органов прикосновения: формируют прочную

абразивную поверхность, которой, по мнению исследователей [1], язык прижимает пищевой комок к твёрдому нёбу, участвуя в его измельчении, а сенсорная функция обеспечивается большим количеством протеина S-100 и нейрофиламентарного протеина (NFP).

Каждый такой сосочек состоит из первичного, образованного собственной пластинкой, с отходящими более мелкими вторичными сосочками, участки эпителия которых структурно напоминают нити, на вершущке расщеплённые «гребешком» [14].

В центральных отделах спинки языка ближе к терминальной борозде определяются конусовидные сосочки (*papillae conicae*), являющиеся отдельным видом НС, отличающаяся анатомическим строением вершущки — вместо «гребешка» кончик нерасщеплённой конической вершущки выгнут.

Немногочисленные грибовидные сосочки (ГС) (*papillae fungiformes*), по высоте подобные нитевидным, в основном были разбросаны среди последних ближе к краям спинки

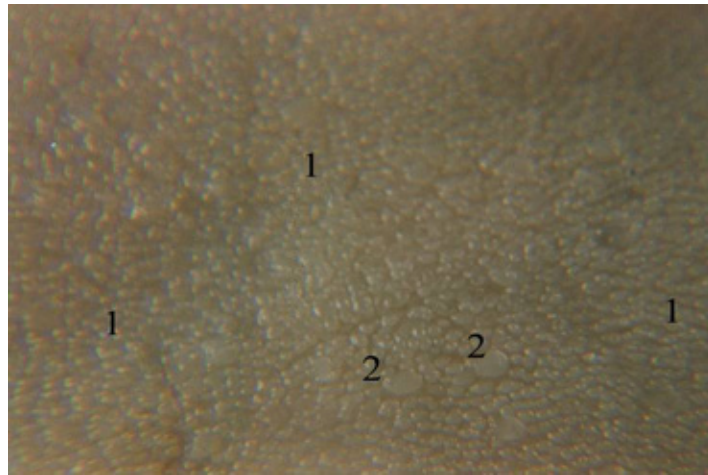


Рис. 3. Участок дорсальной поверхности языка человека на 18–20 неделях внутриутробного развития. Тотальный влажный препарат. Макросъёмка: объектив $f=50$ мм, Рапcolar, растяжение меха 120 мм.
1 — нитевидные сосочки; 2 — грибовидные сосочки

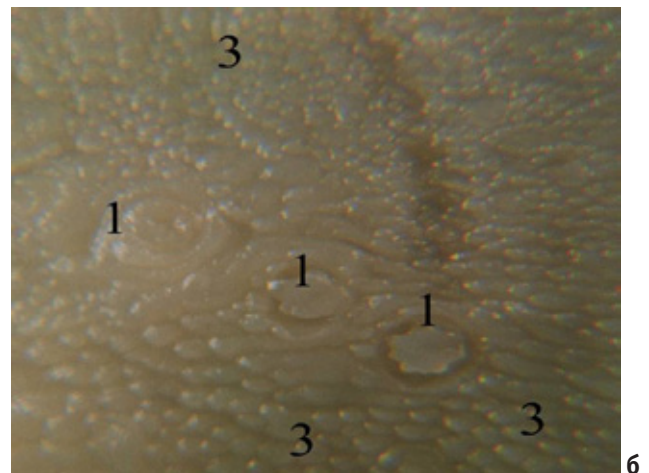
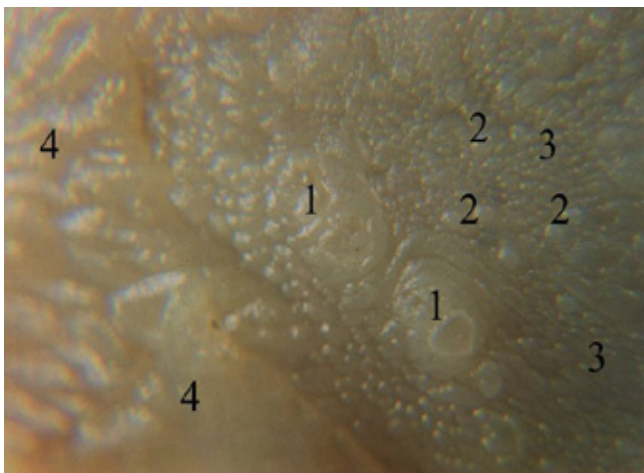


Рис. 4. Участок дорсальной поверхности языка человека на 18–20 неделях внутриутробного развития. Тотальный влажный препарат. Макросъёмка: объектив $f=50$ мм, Рапcolar, растяжение меха: а — 140 мм, б — 170 мм.
1 — желобоватые сосочки; 2 — грибовидные сосочки; 3 — нитевидные сосочки; 4 — язычная миндалина

языка и на кончике (Рис. 3), но определялись и у терминальной борозды около ЖС (Рис. 4 а), имея узкое основание с расширенной верхушкой, в эпителии которой расположены вкусовые луковицы [14]. Кроме того, как отмечают учёные [5], в их толще в большом количестве залегают тельца Меркеля, выполняющие сенсорную функцию.

Каждый ГС образован первичным сосочком собственной пластинки, от которого в покровный эпителий «вдавливается» вторичный сосочек без повторения его контуров эпителиальной поверхностью, как в НС [6].

По краям языка среди ГС локализуются очень похожие на них чечевицеобразные сосочки (*papillae lentiformes*) в виде широких плоских капюшонов на очень короткой ножке. Окончательно их функция не изучена, но предполагается роль в формировании вкусовых ощущений [14].

Наибольшие по размерам желобовидные сосочки (*papillae vallatae*), также являющиеся органами вкуса [5], в небольшом количестве располагаются близко друг к другу на границе корня ЯЗЧ в области терминальной борозды (Рис. 4 а), не выступая над поверхностью СО. В местах прикрепления они уже, чем на поверхности, напоминая по форме ГС. Валик СО, окружающий каждый сосочек, отделяется глубокой бороздой (Рис. 4 б), куда открываются выводные протоки серозных МСЖ Эбнера с конечными отделами между пучками мышечных волокон. Борозда заполнена железистым секретом с содержанием липазы, очищаясь в зависимости от функциональной возможности этих МСЖ [6]. Каждый ЖС состоит из центрально расположенного первичного сосочка, образованного собственной пластинкой СО, и вторичных сосочков собственной пластинки, вдающихся в многослойный

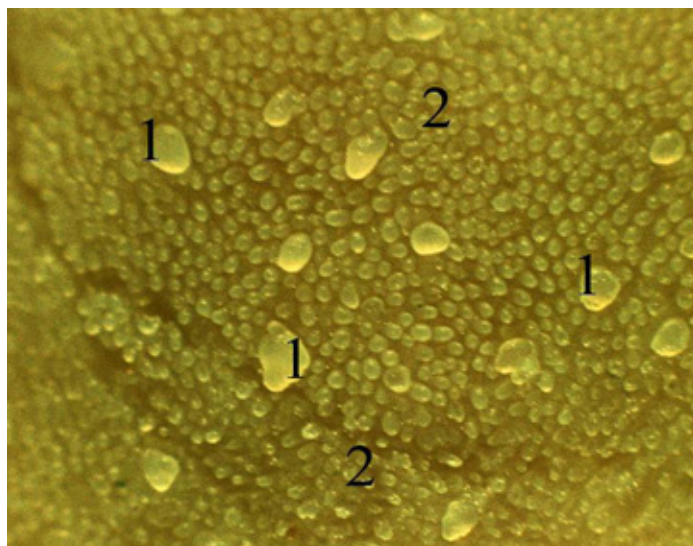


Рис. 5. Участок дорсальной поверхности языка человека на 18–20 неделях внутриутробного развития. Тотальный влажный препарат. Макросъёмка: объектив $f=50$ мм, Рамcolar, растяжение меха 170 мм. 1 — листовидные сосочки; 2 — нитевидные сосочки

плоский эпителий, покрывающий всю поверхность сосочка [14].

Листовидные сосочки (ЛС) (*papillae foliatae*) несколькими параллельными складками располагаются на боковой поверхности языка ближе к его корню (Рис. 5) и разделены щелями, куда открываются протоки МСЖ. Волокнистая соединительная ткань образует их основание и проникает в эпителий вторичными выпячиваниями с наличием вкусовых лукович [6]. Интересно, что, по литературным данным [1], у взрослого человека ЛС являются рудиментарными или вообще отсутствуют.

На дорсальной поверхности ЯЗЧ у его корня и позади слепого отверстия локализуется язычная миндалина, хорошо выраженная в указанные сроки внутриутробного развития (Рис. 4 а). В литературе её называют четвертой миндалиной, вместе с небной, глоточной и трубными миндалинами формирующей лимфоидное глоточное кольцо [1, 4, 5, 6, 14].

Литература:

1. Банченко, Г.В. Язык — «зеркало» организма/Г.В. Банченко, Ю.М. Максимовский, В.М. Гринин — ЗАО «Бизнес Центр «Стоматология», 2000. — 408 с.
2. Белоконь, С.А. Особенности макроскопического строения языка и его размеры на поздних этапах эмбриогенеза человека/С.А. Белоконь — Молодой ученый. — 2014. — №9. — с. 49–53
3. Бернадский, Ю.И. Основы челюстно-лицевой хирургии и хирургической стоматологии/Ю.И. Бернадский — М.: Медицинская литература, 2000. — 404 с.
4. Буржинский, А.А. Стромально-паренхиматозные изменения структуры языка человека в возрастном аспекте: дисс. на соискание науч. степени канд. мед. наук: спец. 14.01.22 «Стоматология»/А.А. Буржинский — Рязань, 2003. — 110 с.
5. Быков, В.Л. Гистология и эмбриология органов полости рта человека/В.Л. Быков — [2-е изд., испр.] — СПб: Специальная литература, 1998. — 247 с.
6. Гемонов, В.В. Развитие и строение органов ротовой полости и зубов/В.В. Гемонов, Э.Н. Лаврова, Л.И. Фалин — М.:ГОУ ВУНМЦ МЗ РФ, 2002. — 256 с.

Выводы.

1. Макроскопическое строение различных поверхностей языков плодов человека на поздних этапах внутриутробного развития по большинству анатомических признаков соответствует макроскопическому строению языка взрослого человека.

2. Все виды сосочков языка, включая и листовидные, на 18–25 неделях внутриутробного развития человека являются достаточно хорошо сформированными анатомическими образованиями.

3. Представленные результаты открывают перспективу дальнейшего изучения более тонких структурных и топографо-анатомических особенностей строения языка человека в процессе эмбриогенеза для понимания некоторых механизмов патогенеза органической и функциональной патологии этого органа в постнатальном периоде.

7. Зеленский, В. А. Детская хирургическая стоматология и челюстно-лицевая хирургия/В. А. Зеленский, Ф. С. Мухорамов — Москва, 2008. — 206 с.
8. Костиленко, Ю. П. Метод изготовления гистологических препаратов, равноценных полутонким срезам большой обзорной поверхности, для многоцелевых морфологических исследований/Ю. П. Костиленко, И. В. Бойко, И. И. Старченко, А. К. Прилуцкий — Морфология. — 2007. — №5. — с. 94–96
9. Семенова, А. К. Морфофункціональна характеристика епітелію слизової оболонки спинки язика шурів в нормі/А. К. Семенова, Г. А. Єрошенко, Н. В. Гасюк, О. О. Стаханська, В. Є. Пудяк — Вісник проблем біології і медицини. — 2014. — Вип. 2, Т. 2 (108). — с. 134–136
10. Тимофеев, А. А. Челюстно-лицевая хирургия/А. А. Тимофеев — К., 2010. — 574 с.
11. Ткаченко, П. І. Доцільність вивчення особливостей ембріогенезу язика для кращого розуміння ролі етіологічних чинників у виникненні його захворювань/П. І. Ткаченко, І. І. Старченко, С. О. Білоконь/Нові технології в хірургічній стоматології і щелепно-лицевій хірургії // Матеріали науково-практичної конференції, присвяченої 100-річчю з дня народження професора Г. І. Семенченка. — Одеса, 2014. — с. 39–40
12. Ткаченко, П. І. Про походження та морфологічні відмінності щито-язичної і зобно-глоткової проток як анатомічних утворень, що можуть стати джерелом розвитку кіст шиї/П. І. Ткаченко, І. І. Старченко, С. О. Білоконь — Вісник проблем біології і медицини. — 2014. — Вип. 2. Т. 2 — с. 179–182
13. Ткаченко, П. И. Источники развития, клинико-морфологическая характеристика и принципы лечения срединных кист шеи/П. И. Ткаченко, С. А. Белоконов, И. И. Старченко, Е. В. Гуржий — Журнал Гродненского государственного медицинского университета. — 2014. — №2 (46). — с. 61–66
14. Фалин, Л. И. Гистология и эмбриология полости рта и зубов/Л. И. Фалин — М.: Гос. изд-во мед. лит., 1963. — 234 с.
15. Харьков, Л. В. Хірургічна стоматологія дитячого віку/Л. В. Харьков, Л. М. Яковенко, І. А. Чехова — К.: Книга-плюс, 2003. — 480 с.

Совершенствование программы по планированию семьи в первичном звене здравоохранения

Бердимуратова Зульфия Туржановна, ассистент;
Мамбетова Гулферуза Камаловна, ассистент
Ташкентский педиатрический медицинский институт, Нукусский филиал (Узбекистан)

В данной статье проведен обзор проведенных мероприятий в Республике Узбекистан по совершенствованию программ охраны материнства и детства. Также освещены результаты внедрения программы по планированию семьи. Репродуктивное поведение женщин и всего населения в целом — важнейший фактор для формирования концепции политики в области планирования семьи и практической её реализации в каждой стране.

Ключевые слова: репродуктивное здоровье, планирование семьи, патронаж, первичное звено здравоохранения.

Improvement of the program on family planning in primary care

Berdimuratova Z. T., Mambetova G. K.

In this article, a review of activities undertaken in the Republic of Uzbekistan to improve maternal and child health programmes. Also evaluated the results of family planning programmers'. Reproductive behaviour of women and the population in general is the most important factor for the formation of the concept of family planning policy and its practical implementation in each country.

Key words: reproductive health, family planning, nursing, primary health care.

Введение. Быстрый рост населения мира стал в 60-х годах предметом серьезного беспокойства Организации Объединенных Наций. Население мира с 1960

по 1999 г. увеличилось более чем вдвое, перейдя в октябре 1999 года отметку в 6 миллиардов. Хотя темпы роста пошли на убыль, по прогнозам Организации Объ-

единенных Наций, в 2050 г. на земле будут проживать вероятней всего 9,3 миллиардов, что зависит в определенной степени от эффективности программ планирования семьи. На ноябрь 2011 количество населения на земном шаре увеличилось и достигло 7 миллиардов. На протяжении десятилетий Организация Объединенных Наций осуществляет свою оперативную деятельность во многих развивающихся странах. В результате плодотворного сотрудничества различных подразделений Организации создаются национальные статистические бюро, проводятся переписи населения, составляются прогнозы. Общий рост населения тяжело сказывается на земных ресурсах и окружающей среде, зачастую сводя на нет усилия в области развития.

В настоящее время при поддержке Всемирной организации здравоохранения и министерства здравоохранения Республики Узбекистан внедряется программа по планированию семьи с целью снижения уровня абортов и нежелательной беременности. Немалую роль отводят при этом службам первичной медико-санитарной помощи (ПМСП), в которых гинекологи совместно с медсестрами ведут патронажную работу по предупреждению нежелательной беременности.

Планирование семьи — понятие, которое активно входит в нашу жизнь. Что же это такое и почему планирование семьи так важно для каждого из нас, для каждой семьи? Многие годы планирование семьи понималось как ограничение рождаемости. Но планирование семьи — это обеспечение здоровья женщины для рождения желанных и здоровых детей [5]. Другими словами, планирование семьи — это дети по желанию, а не по случаю. Право на планирование семьи, или на свободное и ответственное родительство, является международно-признанным правом каждого человека. Вопросы о том, когда и сколько иметь детей, как избежать нежелательной беременности, какие противозачаточные средства (контрацептивы) лучше применять и как ими пользоваться, рано или поздно встают перед каждым человеком, каждой семьей. Планирование семьи помогает людям сознательно выбирать количество детей в семье и сроки их рождения, планировать свою жизнь, избежать ненужных тревог и волнений [2].

Организация Объединенных Наций посчитала актуальным этот вопрос еще и потому, что быстрый рост населения мира стал в 60-х годах предметом серьезного беспокойства. Население мира с 1960 по 1999 г. увеличилось более чем вдвое, перейдя в октябре 1999 года отметку в 6 миллиардов. Хотя темпы роста пошли на убыль, по прогнозам Организации Объединенных Наций, в 2050 г. на земле будут проживать вероятней всего 9,3 миллиардов, что зависит в определенной степени от эффективности программ планирования семьи. На ноябрь 2011 количество населения на земном шаре увеличилось и достигло 7 миллиардов [7]. В связи, с чем на протяжении десятилетий Организация Объединенных Наций осуществляет свою оперативную деятельность во многих развивающихся

странах. В результате плодотворного сотрудничества различных подразделений Организации создаются национальные статистические бюро, проводятся переписи населения, составляются прогнозы. Общий рост населения тяжело сказывается на земных ресурсах и окружающей среде, зачастую сводя на нет усилия в области развития.

«Планирование семьи» — в соответствии с определением ВОЗ, включает комплекс мероприятий, способствующих решению одновременно нескольких задач: избежать наступления нежелательной беременности; иметь только желанных детей; регулировать интервалы между беременностями; контролировать выбор времени рождения ребенка в зависимости от возраста родителей; устанавливать число детей в семье [7].

Оптимизация демографических процессов — это не только достижение определенных параметров и положительной динамики численности и структуры населения, их соответствия экономическому росту, но также программа более полного удовлетворения все возрастающих потребностей людей, обеспечения более высокого уровня физического и духовного здоровья [3].

По состоянию на 01.01.2011 г. численность населения в Республике Узбекистан равнялась 28,2 млн. человек. Прирост численности населения за 2010 г. составил 1,66% (464,9 тысяч человек). В связи с реализацией и внедрением программы по планированию семьи в Республике Узбекистан за последние годы были приняты несколько нормативных документов, направленных на совершенствование оказания медицинской помощи матерям и детям. В частности, в 2009 и 2010 годах были изданы три Постановления Президента Республики Узбекистан, касающиеся охраны матерей и детей: №ПП-1096 от 13 апреля 2009 г. «О дополнительных мерах по охране здоровья матери и ребенка, формированию здорового поколения»; №ПП-1144 от 1 июля 2009 г. «О программе мер по дальнейшему усилению и повышению эффективности проводимой работы по укреплению репродуктивного здоровья населения, рождению здорового ребенка, формированию физически и духовно развитого поколения на 2009–2013 гг.»; №ПП 1271 от 27 января 2010 года «О Государственной программе «Год гармонично развитого поколения» [1].

В процессе реализации программы по планированию семьи были разработаны пути совершенствования системы охраны репродуктивного здоровья населения. В 1993 году в республике была принята Региональная Программа «Неотложные меры по оздоровлению женщин фертильного возраста», которой была предусмотрена организация ежегодных профилактических осмотров с целью выявления женщин с факторами риска их оздоровление и обеспечение широкого доступа к современным методам контрацепции [6].

В республике были организованы Центры репродуктивного здоровья, основной задачей которых является проведение учебно-методической подготовки специалистов в области репродуктивного здоровья, внедрение ме-

ждународных стандартов предоставления услуг в области охраны репродуктивного здоровья.

В 2003–2005 гг. в рамках Финансового сотрудничества между Республикой Узбекистан и Республикой Германии реализованы 2 программы «Содействие репродуктивному здоровью I и II». За период реализации Программ было поставлено контрацептивных средства на общую сумму — 5,2 млн. ЕВРО.

Благодаря программам, по поддержке репродуктивного здоровья осуществляемым Правительством Республики Узбекистан общая тенденция в репродуктивном здоровье отмечается как положительная. Например, доля рождения детей у матерей в возрасте до 20 лет составляет всего 4,7% и является одним из положительных показателей в сравнении с другими восточно-европейскими и центрально-азиатскими странами. Количество родов среди женщин 20–30 лет (наиболее оптимальный возраст) увеличилось с 69,3% в 1991 году до 83,3% в 2009 году.

Большим достижением реализации данных программ, а так же доступность широкого ассортимента контрацептивных средств, повышение знания населения о методах предупреждения нежелательной беременности способствовала тому, что в республике аборт претерпели быть методом регулирования рождаемости.

Количество аборт в республике уменьшилось с 39,0 в 1991 году до 6,5 в 2009 году. По данным социального мониторинга, проведенным ЮНИСЕФ искусственное прерывание беременности происходит в республике в десять раз меньше чем в Эстонии, в 15 раз меньше чем в России, в шесть раз меньше чем в Казахстане. В структуре материнской смертности последние годы аборт редко встречаются как причина материнской смерти.

До 2001 года Фонд ООН по Народонаселению (UNFPA) осуществил поставки современных контрацептивных средств на несколько миллионов долларов, при этом покрыв потребность в контрацептивных средствах на 100%. С 2002 года в стране осуществляются дополнительные программы по охране репродуктивного здоровья и вовлечение донорских фондов для поставок контрацептивных средств. Также с 2002 года Правительство Республики Узбекистан осуществляет закуп контрацептивных средств, на эти цели были выделены более 900,0 млн. сум.

На протяжении всего периода программ по формированию здоровой семьи, методы контрацепции предоставляются бесплатно во всех учреждениях первичной медико-санитарной помощи. В целом имеется положительная динамика показателя охвата контрацептивов в стране. Если в 1991 этот показатель составлял 13%, то к 2009 году этот показатель возрос до 62,7% [4].

В результате совершенствования системы охраны репродуктивного здоровья населения, расширения сети и улучшению работы центров репродуктивного здоровья женщин, девочек и подростков, оснащению их аудиовизуальными и учебно-наглядными материалами; развитию системы непрерывного обучения, повышения квалификации

специалистов и уровня знаний населения в области охраны репродуктивного здоровья; выявлению экстрагенитальных заболеваний у женщин и расширению охвата их контрацептивными средствами уровень рождаемости в республике имеет тенденцию к снижению. Так, если показатель рождаемости в 1991 году составил 34,5 на 1000 населения, то в 2010 году данный показатель составил 22,5 [4].

Эффективность проведенных реформ в нашей стране так же была оценена мировыми экспертами здравоохранения. Так в мировом рейтинге 161 государства, составленном в текущем году Международной организацией «Спасем детей», Узбекистан занял 9-е место среди стран, где лучше всего заботятся о здоровье подрастающего поколения.

Генеральный директор ВОЗ Маргарет Чен в своей речи отметила, что в Узбекистане уделяется огромное внимание сфере здравоохранения, а защита здоровья матери и ребенка определена в качестве приоритетного направления, что является самой верной стратегией не только с точки зрения сегодняшнего дня, но и будущего [8].

Директор Европейского регионального бюро ВОЗ Жужанна Якаб отметила также, что в Узбекистане по инициативе Президента Ислама Каримова проведена очень большая работа в этом направлении, достигнутые результаты служат примером для других государств мира.

Сегодня многие страны Европейского региона разрабатывают свои стратегии реформ в этой области с учетом национальной модели охраны здоровья матери и ребенка, созданной в Узбекистане [8].

Цель исследования. Изучить деятельность медицинского персонала и определить его роль в программе по планированию семьи в условиях первичной медико-санитарной помощи (ПМСП) с последующей разработкой практических рекомендаций совершенствования патронажной службы.

Материалы и методы исследования. Материалом исследования послужили законодательно правовые акты, принятые в Республике Узбекистан по программе охраны материнства и детства, результаты интервью проводимых среди женщин фертильного возраста на предмет знаний в области контрацепции, а так же определения основного источника информации по современным видам контрацепции и определение используемого ими в данный период контрацептива. Основным материалом исследования явились результаты анкетирования, проводимые среди сотрудников среднего медицинского персонала, а так же врачей акушеров-гинекологов служб ПМСП для определения роли акушерок и ключевых компетенций в области внедрения программы по планированию семьи, охране репродуктивного здоровья женщин. Основной момент в процессе анкетирования делался на определение знаний медицинского персонала работающего в службах первичного звена, о методах профилактики от нежелательной беременности.

Результаты исследования и выводы. Результаты проводимого исследования показали, что знания медперсонала

о том, в чем заключается просветительская, консультативная и агитационная помощь женщин фертильного возраста в программе по планированию семьи не достаточны.

Основными трудностями, с которыми приходится сталкиваться медперсоналу в ведении патронажа среди женщин фертильного возраста, в первую очередь являлось нехватка времени, нежелание и недоверие со стороны женщин. Характеристики данных полученных в ходе патронажа женщин фертильного возраста были не полными. Мнения врачей гинекологов о профессиональной подготовке акушерок большинством опрошенных неудовлетворительные и требуют дальнейшего совершенствования. Основными причинами неэффективной работы акушерок были названы отсутствие моральной и материальной заинтересованности, мотивации и знаний.

Практические рекомендации. Руководителям служб ПМСП совместно с акушерами-гинекологами разрабо-

тать критерий оценки деятельности среднего медицинского персонала в программе по развитию здоровой семьи в условиях ПМСП для совершенствования системы контроля качества работы, среднего медицинского персонала;

Пересмотреть график работы медицинского персонала с учетом нагрузки, для рационального распределения времени на ведение патронажа женщин фертильного возраста;

Руководителям учреждений разработать эффективную систему мотивации за положительный результат работы персонала в развитие здоровой семьи в условиях ПМСП (снижение уровня абортов, незапланированной беременности, соблюдение интергенетического интервала между родами и т.д.);

Организация и проведение систематических образовательных тренингов для медицинского персонала по повышению эффективности внедрения программы по развитию здоровой семьи в условиях ПМСП.

Литература:

1. Собрание законодательства Республики Узбекистан №39 (487), 2011 г.
2. «Анализ репродуктивного и контрацептивного поведения молодежи», — Ивановская Государственная Медицинская Академия, 2005 г.
3. «Руководство по менеджменту охраны здоровья матери и ребенка», — Д.А. Асадов, К.Т. Ядгарова, П.Р. Менликулов, Н.Д. Ходжаева, Ташкент 2009 г. с. 15
4. «Человеческое развитие и здоровье», — Н.В. Агзамова, Г.Б. Мамедова, В.Ф. Сиразетдинова, С.А. Убайдуллаева, Ташкент 2011 г., с116, 120, 123.
5. «Планирование семьи», — Алтайский Государственный Университет, 2005 г.
6. «Совершенствование службы охраны материнства, детства и репродуктивного здоровья в Республике Узбекистан», А.И. Камиллов, 2011 г.
7. «Результаты самостоятельной оценки служб общественного здравоохранения Республики Узбекистан», Технический отчет, Ташкент 2011 г. с. 24–25
8. www.minzdrav.uz

Анализ и совершенствование системы качества медицинской помощи

Кельжанова Мехрибану Каипбаевна, ассистент;

Косыбаева Кайылхан Калиевна, ассистент;

Турсынбекова Назира Кууанышбаевна, ассистент

Ташкентский педиатрический медицинский институт, Нукусский филиал (Узбекистан)

Качественное медицинское обслуживание можно достигнуть при правильной с учетом требований сегодняшнего дня организации обучения, изучения опыта, успехов и внедрения их в практической деятельности медицинских работников, что и явилось сутью данной публикации. В статье приводятся статистические данные и сравнительный анализ методов повышения качества медицинских услуг в разных странах мира.

Ключевые слова: качество, медицинская услуга, аккредитация, контроль.

Analysis and improvement of the system of quality of care

Keljanova M. K., Kosibaeva K. K., Tursinbekova N. K.

Quality care can be achieved with the right subject to the requirements of today organisation teaching, learning, experience, success and their implementation in practice of medical workers, which was the essence of this publication.

The article provides statistical data and comparative analysis of methods of improvement of quality of medical services in different countries of the world.

Key words: *quality, medical service, accreditation, monitoring*

Актуальность. Качество — понятие не новое для системы здравоохранения, которая, как и все постоянно развивается [8]. Сегодня, достижения медицины позволяют лечить когда-то неизлечимые болезни, делать высокотехнические операции, вынашивать недоношенных детей, но в, то, же время, если спросить любого больного, удовлетворен ли он медицинской помощью, мало кто ответит да.

Качество — это совокупность характеристик объекта, относящихся к его способности удовлетворять установленные и предполагаемые потребности. [7]

Качество медицинской помощи — совокупность характеристик, подтверждающих соответствие оказанной медицинской помощи имеющимся потребностям пациента (населения), его ожиданиям, современному уровню медицинской науки и технологии. [4] Это определение относится ко многим отраслям.

В то же время не существует единого определения качества в здравоохранении. По мере изучения этой области, понятие менялось и отражало точку зрения той стороны, которая давала определение качеству медицинской помощи. Например, объединенная организация по аккредитации в здравоохранении (US Joint Commission on the Accreditation of Health Care Organizations) трактует его так: «Качество в медицине — это достигнутая при помощи современных медицинских знаний степень возможности добиваться желательных для пациента результатов и избегать нежелательных последствий» [5].

В 1990 г. Институт медицины США определил качество здравоохранения как степень того, насколько медицинские услуги, предоставляемые отдельным лицам и группам населения, способствуют улучшению состояния здоровья и насколько их уровень соответствует современному уровню знаний в области медицины [7]. Медицинская помощь высокого качества — это такая помощь, которая требуется в данной конкретной ситуации и которую оказывают на высоком профессиональном уровне [2].

Начиная с 1980-х годов, в системе здравоохранения многих стран особое внимание стало обращать на всестороннее повышение качества медицинских услуг, требовались кардинальные изменения. Такие традиционные подходы, которые укоренились до этого времени так же, как инспектирование, увеличение ресурсов (построение учреждений, закупка оборудования) оказались недостаточными [3].

Общество стали все больше тревожить недостатки в самой системе здравоохранения, а именно:

— Прогрессирующее увеличение расходов на систему здравоохранения, во всех странах мира;

— Увеличения разнообразия лечебных методов, появления все новых и новых лекарственных средств что привело к вариации в клинической практике, то есть

различия в методах диагностики, лечения одной и той же нозологии различными больницами, поликлиниками, и врачами;

— Оставался высокий процент перехода острых заболеваний в хронические формы, высокий процент смертности и летальности от ряда заболеваний;

— Самоуверенность, небрежность медицинских работников, которая зачастую приводила вследствие жалоб пациентов к применению наказания к врачам, вплоть до привлечения к уголовной ответственности.

Все это настораживало работников органов здравоохранения и требовало особого подхода к мерам по оказанию медицинской помощи, ее качеству. В ряде стран повышения качества медицинского обслуживания, ее результативность стала задачей всех заинтересованных. Таким образом, разработка новых подходов для повышения качества медицинских услуг и внедрения их в систему здравоохранения, показали свою полезность в развитых странах и стали также с успехом внедряться в странах СНГ и Узбекистана, о чем свидетельствуют проект ЗдравПлюс (USAID) направленных как опыт по повышению качества в Ферганской области [1].

После выделение Узбекистана в самостоятельную страну, особенно обострились требования к качеству медицинских услуг, так как задачей государства, прежде всего, стало улучшение здоровья подрастающего поколения и нации в целом, для создания великой страны. Это требовало перехода всех сфер, в том числе и здравоохранения к рыночным отношениям [6].

Развитие рыночных отношений в Узбекистане ее экономике это переход сферы здравоохранения к рыночным формам, коренным образом, изменившим условия их деятельности и обусловившим необходимость проведения глубоких структурных реформ. На сегодня, развитие здравоохранения в определенной степени сдерживается ростом социальной дифференциации и еще сохранившимся социальным неравенством в обществе, недостатками человеческого капитала и качества медицинских услуг ввиду пока еще наличия ряда проблем в области финансового, материально-технического, кадрового и информационного обеспечения лечебных учреждений. В то же время не до конца разрешенных и выполненных государственных программ по улучшению медицинского обслуживания населения Республики [2].

По сравнению с 90 годами прошлого столетия сделано многое, мы далеко ушли вперед, обогнали ряд стран по качеству медицинских услуг. Учреждения сферы здравоохранения должны и дальше адаптироваться к действию законов рыночной экономики и обладать в определенной степени конкурентоспособностью для вхождения и закрепления на рынке медицинских услуг [3].

Важной задачей здравоохранения Узбекистана на современном этапе является повышение качества медицинской услуги, для чего нужно увеличивать объемы ресурсного обеспечения их производства в соответствии с возрастающими потребностями здравоохранения как формы социальной защиты населения в условиях рыночных отношений. Несмотря на развитие медицинской науки в последние годы среди показателей здоровья населения Узбекистана еще продолжает быть актуальной смертность и инвалидизация, в том числе среди лиц трудоспособного возраста.

Цель исследования. Провести анализ и исследование основ управления качеством медицинских услуг в современных условиях.

Методы исследования. В процессе исследования использовались статистические, математические и аналитические методы исследования. Для анализа развития методов управления качеством в зарубежных странах, проводился анализ литературных источников и интернет данных. Для анализа контроля над качеством медицинских услуг в системе здравоохранения, применялся метод анкетирования для врачей. А также проводилось глубокое интервью с экспертами в области организации управления системой здравоохранения.

Результаты исследования и выводы. Изучение положения дел с качеством медицинского обслуживания в мире показало, что в ряде стран оно отличается, так обследование больниц в штате Нью-Йорк показало, что 30% случаев смерти были обусловлены ошибками в медикаментозных назначениях. В США ежегодно от врачебных ошибок погибает от 44 до 98 тысяч пациентов (8-я причина смерти). Ежегодные экономические потери составили около 38 млрд. долл. в год. Отчет о «Качестве и безопасности в здравоохранении» США на основе анализа 50 тыс. жалоб на ВОП показал, что в 23% они обусловлены врачебными ошибками, приведшими в 3% случаев к летальным исходам — апрель 2009 г. Если говорить о медицинских ошибках в Европе то каждый год в арбитражные суды поступают 10 тыс. жалоб, в которых в 52% случаев определяются врачебные ошибки, на 25% связанные с хирургическими вмешательствами, на 10% — с послеоперационным лечением и диагностикой. Только за год в больницах стран ЕС из-за медицинских ошибок страдают 15 млн. чел. Если в целом по Европейскому Союзу каждый десятый случай лечения наносит ущерб пациентам, то в Германии доля врачебных ошибок ничтожно

мала — всего 0.35% от числа обращений к врачам, что связывают с работой страховых компаний. В Канаде из-за врачебных ошибок (2004—06 гг.) и их осложнений 24 тыс. пациентов ежегодно погибает из-за неэффективного лечения.

В ряде стран мира управление качеством медицинского обслуживания является одной из главных задач. На основе полученных нами данных при анализе анкет установлено. В исследованном учреждении отмечен более высокий уровень оказания медицинской помощи, технической оснащенности и сервисных услуг по сравнению с территориальными поликлиниками. Заключение специалистов учреждения при проведении диагностических исследований и на консультативном приеме отличаются неизменно высоким качеством, чем заслуживают доверие пациентов, что и является причиной обращения за консультацией в учреждение — 81,5% сельских и 18,5% жителей, особенно в трудоспособном возрасте. В то же время не все пациенты удовлетворены медицинским и сервисным обслуживанием, на что необходимо обратить внимания.

Практические рекомендации. Для совершенствования организационно-методического механизма обеспечения качества медицинских услуг, целесообразно сформировать несколько образцовых организаций здравоохранения (поликлиник, стационаров, клинических больниц), в которых будет решен вопрос качества медицинской помощи и медицинского сервиса, с требуемым оснащением современным оборудованием. Эти учреждения будут укомплектованы хорошо оплачиваемыми, аттестованными медицинскими работниками высокой квалификации и профессиональной культуры, где будет организовано обучение специалистов из других районов и областей по совершенствованию качества оказания медицинских услуг.

При обучении в ВУЗах, на курсах повышения квалификации необходимо, увеличить число часов по организации и проведению работы по улучшению качества медицинских услуг.

Для усиления контроля за качеством оказываемой медицинской помощи необходимо ускорить внедрения системы аккредитации медицинских учреждений, а также совершенствование системы медицинского страхования.

Периодически проводить перекрестный анонимный опрос пациентов на предмет удовлетворенности медицинскими услугами лечебно-профилактических учреждений.

Литература:

1. Махмудова, Н. М., Алиев Ш. Р., «Совершенствование системы по контролю качества медицинской помощи» Материалы Республиканской Научно-практической конференции, 12 апреля 2012 г., стр. 253
2. Мамедова, Г. Б., Расулова М. М., «Развитие рыночных отношений и условия ценообразования в здравоохранении», «Материалы IX республиканского съезда эпидемиологов, гигиенистов, санитарных врачей и инфекционистов», 2010 г., стр. 108
3. Мамедова, Г. Б., «Организация службы маркетинга в медицинских учреждениях Узбекистана» Актуальные проблемы гигиенической службы Узбекистана, Ташкент 2012 г., 20 апреля, стр. 242

4. <http://www.doktor.ru/medinfo>
5. <http://medinfo.home.ml.org>
6. <http://minzdrav.st.uz/index.php?BI=2210-2&lang>

Современные возможности профилактики гестационной гипертензии

Матякубова Саломат Александровна, старший научный сотрудник, соискатель
Ташкентская медицинская академия (Узбекистан)

Целью исследования явилось изучение влияния раннего назначения L-аргинина (Аргинин-ликво) на некоторые показатели нитрооксидазной системы и уровень аутоиммунных антител в крови у женщин с риском развития гестационной гипертензии. **Материал и методы.** В сроки беременности 10–20, 21–30 и 31–38 недель были обследованы 51 пациенток сотягощенным акушерско-гинекологическим анамнезом с высоким риском развития гестационной артериальной гипертензии (ГАГ), получавших в 10–20 недель беременности курс превентивной терапии с включением препарата L-аргинин (Аргинин-ликво) (1-я группа); 50 беременных сотягощенным акушерско-гинекологическим анамнезом, которые L-аргинин не получали (2-я группа). Контрольную группу составили 25 женщин с физиологическим течением беременности и родов. В сыворотке крови определяли содержание аутоантител (ААТ) к двуцепочечной ДНК, антигенам мембран тромбоцитов (Trm-0,001–1,5, Trm-0,15–12), антигенам почек (Kim-0,5–300, Kis-0,7–120), антигенам митохондрий печени (HMMP) иммуноферментным анализом, а также концентрацию оксида азота по уровню нитритов (NO^-_3) и нитратов (NO^-_2), активность ферментов eNOS, iNOS, уровень пероксинитрита (ONO^-_2) спектрофотометрически. Статистический анализ проводился с использованием t-критерия Стьюдента, U-критерия Манна-Уитни, коэффициентов корреляции по Пирсону (r) и Спирмена (R). Достоверными считали различия при $P < 0,05$. **Результаты.** Проведенные исследования показали, что L-аргинин в ранние сроки беременности (10–20 нед) эффективно восстанавливает нарушенный баланс ААТ через механизмы нормализации функциональной активности нитрооксидазной системы, способствует предупреждению развития ГАГ 90% ($P < 0,001$) (ОШ=1,8; 95% ДИ=1,1–4,8; $^2=2,3$) у женщин сотягощенным акушерско-гинекологическим анамнезом и риском развития при беременности АГ. Одновременно установлено, что снижение уровня ААТ и уменьшение степени дисфункции эндотелия имеют прямое отношение к формированию ГАГ. **Заключение.** С целью профилактики осложнений, связанных с развитием ГАГ целесообразно включить препарат L-аргинин в качестве средства для коррекции аутоиммунных нарушений и дисфункции эндотелия.

Ключевые слова: аутоиммунные антитела (ААТ), двухспиральная ДНК (дсДНК), гестационная артериальная гипертензия (ГАГ), нитрооксидазная система, L-аргинин.

Modern prevention opportunities gestational hypertension

Matyqubova Salomat Aleksanrovna, Senior Researcher department of Obstetrics and Gynecology
Tashkent Medical Academy

The aim of our study was to investigate the effect of early administration of L-arginine (Arginin-liquo) on some parameters of nitric oxide system and the levels of autoantibodies (AAT) in blood serum of women at risk for gestational hypertension. **Material and methods.** At 10–20, 21–30 and 31–38 weeks of pregnancy we examined 51 pregnant women with severe obstetric and gynecological history with high risk of developing gestational hypertension (GH) treated at 10–20 weeks of pregnancy with course of preventive therapy with inclusion L-arginine (Arginin-liquo) (group 1); 50 pregnant women with severe obstetric and gynecological history who that did not receive L-arginine (group 2). The control group consisted of 25 women with physiological pregnancy and childbirth. In blood serum, we studied the levels of AAT to double-stranded DNA, platelet membrane antigens (Trm-0,001–1,5, Trm-0,15–12), kidney antigens (Kim-0,5–300, Kis-0,7–120), liver mitochondrial antigens (HMMP) by enzyme immunoassay, and the concentration of nitric oxide by levels of nitrite (NO^-_3) and nitrates (NO^-_2), enzyme activities of eNOS, iNOS, peroxy nitrite level (ONO^-_2) spectrophotometrically. Statistical analysis was performed using Student t-test, Mann-Whitney U-test, Pearson (r) and Spearman (R) correlation coefficients. Differences were considered significant at $P < 0.05$. **Results.** Studies have shown that L-arginine in early pregnancy (10–20 weeks) effectively restores

*imbalance of AAT through the mechanisms of normalization of functional activity of nitric oxide system, contributing to prevention of GH 90% ($P < 0,001$) ($OR = 1,8$; 95% ДИ=1,1–4,8; $^2=2,3$) in women with severe obstetric and gynaecological history and the risk of GH. At the same time, we found that reduction of AAT and endothelial dysfunction are directly related to the formation of GH. **Conclusion.** In order to prevent complications associated with the development of CH the drug L-arginine should be used as a mean to correct autoimmune disorders and endothelial dysfunction.*

Keywords: autoimmune antibodies (AAT), double-stranded DNA (dsDNA), gestational hypertension (GH), nitric oxide system, L-arginine.

Введение. Одним из перспективных направлений в современном акушерстве является поиск информативных методов прогнозирования возможных перинатальных осложнений, разработка эффективных мер профилактики и внедрение адекватных средств превентивной терапии в ранние периоды гестации [1]. Артериальная гипертензия (АГ) — важнейшая проблема современного акушерства, решению которой будет способствовать поиск путей коррекции возможного развития гестационной гипертензии как клинического проявления синдрома АГ и гипертонической болезни [2]. Сложность проведения превентивной терапии у женщин с гестационной артериальной гипертензией (ГАГ) заключается в том, что клинические симптомы этого заболевания, как у некоторой части здоровых женщин, так и у пациенток с отягощенным акушерско-гинекологическим анамнезом проявляются лишь после 20–22 недель гестации. Частота ГАГ колеблется от 15 до 23,2% [3], а среди беременных с АГ может достигать 60,7% [4].

Установлено, что в развитии ГАГ большую роль играют особенности перестройки иммунных механизмов — иммуноконфликт в периоды эмбриогенеза, ранней имплантации и плацентации [5]. Запуск аутоиммунных процессов связан с ангиогенезом, продукцией ангиогенных факторов, контролирующих рост, развитие и регресс сосудов, а также инициирующих пролиферацию клеток и тканей трофобластов [6]. Важное место в этом процессе отводится повышению уровня Th1 — провоспалительных цитокинов, оказывающих повреждающее действие на трофобласт. Образующиеся аутоантитела (ААТ) через плацентарный кровоток поступают в системное кровообращение матери. Уровень ААТ в динамике гестации изменяется, что позволяет использовать его в качестве предиктора развития патологии беременности, в том числе и гипертензивных состояний беременности [7]. Одновременно установлено, что параллельно с увеличением уровня антигенов в системе мать-плацента-плод наблюдается увеличение уровня специфических рецепторов, белков цитоскелета, активность ферментов, ДНК, компонентов межклеточного матрикса, гестонов маркеров главного комплекса гистосовместимости, функции органов и систем [8].

Важное место в этих процессах занимает дисфункция эндотелия (ДЭ). Дисбаланс продукции, ускоренное использование L-аргинина и ДЭ могут приводить к модификации структуры мембран клеток, повреждать эндотелий, повышать адгезивную активность кровяных пластинок

и лимфоцитов [9]. Значительное место в этом процессе занимают высокорекреационные продукты оксида азота (NO), так называемые активные формы азота — нитрооксид, пероксинитрит (ONO_2^-). В результате поврежденный эндотелий приобретает антигенные свойства, которые лежат в основе развития генерализованного эндотелиоза, нарушения гемодинамики в системе мать-плацента-плод и развития АГ [10].

Пусковым механизмом ДЭ является генерализованный вазоспазм вследствие снижения базального уровня NO [11]. С уровнем NO связывают процессы ангиогенеза, стимуляции и роста вневорсинчатого тромфобласта. При имплантации NO оказывает на эндометрий регуляторное действие [12]. В период беременности NO участвует в регуляции вазодилатации сосудов матери, повышении маточного и фетоплацентарного кровотока в зависимости от потребности плода в кислороде.

Основным регулятором базального уровня NO является L-аргининзависимая эндотелиальная NO-синтаза (eNOS) [13]. В плаценте человека eNOS, которая определяется уже на начальных стадиях формирования трофобласта, сохраняет свою функциональную активность вплоть до наступления родов. Установлено, что наибольшая активность eNOS наблюдается в ранних сроках беременности [14], что способствует торможению сократительной деятельности матки, снижению периферического сосудистого сопротивления и поддержанию адекватного кровотока у матери и плода.

Имеются сведения, что низкая активность eNOS является патогенетическим звеном развития перинатальной патологии и смерти плода. При развитии гипертензии беременных снижается уровень L-аргинина — главного источника NO [14]. В связи с важной ролью L-аргинина в регуляции иммунных процессов, активности eNOS большинства функций органов и систем ряд исследователей предлагают включать его в качестве лечебного средства в комплексе с антиоксидантами для предупреждения преэклампсии (ПЭ) у женщин группы повышенного риска. Включение L-аргинина в терапию плацентарной недостаточностью (ПН) повышает его синтез в печени, активирует ферменты орнитинового цикла, увеличивает эффективность антибактериальной терапии при ПН, протекающей на фоне хронической урогенитальной инфекции, при акушерских осложнениях в конце III триместра, ассоциированных с АГ [14].

Есть сведения, что L-аргинин увеличивает активность T-клеточного звена иммунитета, повышает синтез ДНК

в Т-лимфоцитах, снижает выброс провоспалительных цитокинов интерлейкинов (ИЛ-8), уровень растворимых рецепторов, фактора некроза опухоли- (ФНО-) [15]. В связи с этим, некоторые исследователи рекомендуют назначать L-аргинин с целью коррекции нарушений NO-системы и иммунных изменений доклинических проявлений патологии беременности, дисфункциональных расстройств в системе кровотока мать-плацента-плод.

Вместе с тем, влияние L-аргинина на рост аутоиммунных антител при назначении его для профилактики ГАГ остается не изученным.

Цель исследования

Изучение влияния раннего назначения L-аргинина (Аргинин-ликво) на некоторые показатели нитрооксидной системы и уровень аутоиммунных антител в крови у женщин с риском развития гестационной гипертензии.

Материал и методы исследования

Проведено проспективное динамическое наблюдение за 126 пациентками в возрасте от 18 до 26 ($19,5 \pm 3,4$) лет в сроки беременности 10–20, 21–30 и 31–38 недель. Исследования носили скрининговый характер. Условно беременные были разделены на две группы. 1-ю группу составила 51 пациентка с отягощенным акушерско-гинекологическим анамнезом с высоким риском развития гипертензии, индуцированной беременностью. Этим женщинам в сроки беременности 10–20 недель назначали курс превентивной терапии, куда включали L-аргинин (Аргинин-ликво, «Ликвор» Армения) в дозе 2–4 г аргинина (10–20 мл на физиологическом растворе) в сутки. Курс лечения — 7 дней.

После 20 недель курс Аргинин-ликво также в дозе 2–4 г аргинина 1 раз в день в течение 7 суток повторяли. При назначении Аргинин-ликво учитывали уровень ААТ в плазме и активность нитрооксидной системы. Во 2-ю группу были включены 50 беременных с отягощенным акушерско-гинекологическим анамнезом, которые Аргинин-ликво не получали. Контрольную группу составили 25 женщин с физиологическим течением беременности и родов.

Диагноз ГАГ устанавливали на основании рекомендаций ВОЗ (Женева, 2002). Основными критериями служили наличие белка в моче в пределах нормы ($0,0001 - 0,0002$ г/л), креатинина $112,3 - 118,6$ ммоль/л, скорость клубочковой фильтрации (СКФ) $115,8 - 162,3$ мл/мин, уровень ДАД более 90 мм рт. ст. и САД более 140 мм рт. ст.

Для клинического анализа использовали сыворотку крови, в которой с помощью тест-наборов (ЗАО «ВЕКТОР-БЕСТ», Новосибирск) определяли содержание ААТ класса IgG к двухцепочной ДНК, двум антигенам мембран тромбоцитов (Тгм-0,001–1,5, Тгм-0,15–12), двум антигенам почек (Ким-0,5–300, Кис-0,7–120), антигенам митохондрий печени (НММР) [8]. Эти исследования проводили с помощью иммуноферментного анализатора ИФА-858 (ЛТД, Китай) в диапазоне 450 нм, референтный фильтр 620–650 нм. Общепринятыми методами, спектрофотометрически на двухлучевом спектрофотометре

UV VIS 2100 (ЛТД, Китай) в сыворотке крови определяли концентрацию оксида азота по количеству стойких метаболитов в крови нитритов (NO^-_2) и нитратов (NO^-_3) (Метельская В.А., 2005), активность ферментов эндотелиальной eNOS, индуцибельной (iNOS) (Сумбаев В.В., Ясинская И.М., 2000), а также уровень пероксинонитрита (ONO^-_2) (Комарин А.С., Азимов Р.К., 2005).

Результаты обрабатывали с помощью пакета компьютерных программ Microsoft Office Statistic (Version 7.0) с использованием t-критерия Стьюдента. При параметрическом распределении рассчитывали критерии U Манна-Уитни. Связи между показателями оценивали с помощью корреляционного анализа: при нормальном распределении признаков рассчитывали коэффициенты корреляции по Пирсону (r), при ненормальном распределении — коэффициент корреляции Спирмена (R). Достоверными считали различия, удовлетворяющие $P < 0,05$.

Результаты исследования и обсуждение

У беременных 1-й и 2-й групп до начала коррекции нарушений аутоиммунных процессов и NO-системы в сроки гестации 10–20 недель показатели ААТ были сопоставимы. В этот период отмечается существенное снижение уровня дсДНК на 19,8 ($P < 0,05$), Тгм-0,01 — на 17,3% ($P < 0,05$), Тгм-0,15 — на 18,1% ($P < 0,05$). При этом показатели Ким-05–300, Кис-07–120, НММР оставались в пределах контрольных значений (табл. 1).

Вместе с тем в этот срок отмечается напряжение в нитрооксидной системе, которое характеризуется снижением активности eNOS на 16,8% ($P < 0,05$) на фоне экспрессии NO на 17,8% ($P < 0,05$), активности iNOS на 17,1% ($P < 0,05$) и уровня ONO^-_2 — на 19,8% ($P < 0,05$) (табл. 2).

Снижение уровня дсДНК прямо и сильно коррелировало с уменьшением параметра eNOS ($r = -0,81$, $P < 0,001$) и обратно умеренно с высоким содержанием в крови NO ($r = -0,58$ ($P < 0,05$), iNOS ($r = -0,67$, $P < 0,002$) и ONO^-_2 ($r = -0,66$, $P < 0,01$). Та же картина наблюдалась и при анализе показателей активности тромбоцитов. С параметрами Тгм-0,01 ($r = 0,58$) и Тгм-0,15 ($r = -0,61$) ($P < 0,05$) выявлена прямая умеренная связь с eNOS и обратная связь $r = -0,55 - 0,57$ ($P < 0,05$) с высоким уровнем NO, $r = -0,63 - 0,68$ ($P < 0,01$) с iNOS и $r = -0,66 - 0,64$ ($P < 0,01$) с ONO^-_2 .

Следовательно, в ранние сроки гестации у беременных с риском развития ГАГ имеет место нарушение образования аутоантител к дсДНК, Тгм-0,01 и Тгм-0,15 на фоне дисфункции нитрооксидной активности. Корреляция дсДНК, Тгм-0,01 и Тгм-0,15 с параметрами нитрооксидной системы свидетельствует об их взаимосвязи в развитии аутоиммунных процессов у женщин с риском развития ГАГ.

Интересные данные получены нами в отношении уровня аутоантител и состояния нитрооксидной систем после коррекции Аргинин-ликво. У пациенток 1-й группы на 21–30-й и 31–39-й неделях прослеживается некоторая тенденция к увеличению в сыворотке крови уровня

Таблица 1. Содержание ААТ (нм/мл) у беременных групп риска развития ГАГ и лиц контрольной группы, $M \pm m$

Группа	дсДНК	Tgm-0,01	Tgm-0,15	Kim-05-300	Kis-07-120	HMMP
1-я, n=51						
10-20 нед	69,9±2,56 *	73,2±3,44 *	81,3±3,44 *	85,2±5,06	75,6±3,82	94,2±5,41
21-30 нед	73,6±3,01	80,5±3,62	90,1±4,26	93,1±5,81	88,5±4,89	96,3±5,58
31-39 нед	81,9±3,83	89,6±3,71	93,2±4,17	70,6±4,11	74,9±4,15	87,9±3,62
2-я, n=50						
10-20 нед	71,9±2,78 *	77,8±3,01 *	83,5±3,57 *	80,3±4,25	79,6±3,81	96,9±6,22
21-30 нед	53,6±2,43 *	64,8±3,62 *	71,0±2,95 *	92,6±5,31	85,1±4,47	90,1±5,73
31-39 нед	53,7±2,21 *	65,8±3,49 *	64,1±3,11 *	67,9±3,33	69,3±3,32	70,5±3,90
Контрольная, n=25						
10-20 нед	88,4±3,35	91,3±5,26	100,6±5,13	84,1±5,28	80,5±5,19	93,7±5,48
21-30 нед	69,5±3,54	82,2±4,73	93,7±4,09	89,5±5,12	82,4±5,17	99,4±6,13
31-39 нед	84,3±4,22	88,3±4,81	96,8±4,45	71,3±4,52	68,5±4,08	82,3±4,95

* — $P < 0,05$ по сравнению с контролем.

Таблица 2. Показатели нитрооксидазной системы у беременных групп риска развития ГАГ и лиц контрольной группы, $M \pm m$

Группа	NO, нм/л	NOS, нм/мин/л	iNOS, нм/мин/л	ONO ⁻² , нм/л
1-я, n=51				
10-20 нед	22,7±0,86 *	7,9±3,1 *	0,122±0,004 *	0,156±0,007 *
21-30 нед	17,5±	9,5±4,03	0,110±0,005	0,144±0,005
31-39 нед	17,8±	9,4±3,81	0,113±0,004	0,142±0,006
2-я, n=50				
10-20 нед	23,9±0,79 *	8,3±3,14 *	0,124±0,005 *	0,158±0,006 *
21-30 нед	23,2±0,95 *	7,7±2,82 *	0,133±0,006 *	0,176±0,005 *
31-39 нед	22,6±0,93 *	6,8±2,19 *	0,146±0,006 *	0,193±0,007 *
Контрольная, n=25				
10-20 нед	19,8±0,92	9,8±0,43	0,105±0,004	0,131±0,005
21-30 нед	17,9±0,81	9,6±0,64	0,113±0,003	0,142±0,004
31-39 нед	17,3±0,75	9,2±0,59	0,116±0,004	0,144±0,006

* — $P < 0,05$ по сравнению с контролем.

дсДНК, Tgm-0,01 и Tgm-0,15. Однако эти показатели не выходили за пределы доверительных границ контроля ($P > 0,05$). Такая же тенденция была характерна и для показателей нитрооксидазной системы, которые в эти сроки не отличались от контроля. Вместе с тем следует отметить, что у 5 (9,8%) пациенток 1-й группы показатели дсДНК, Tgm-0,01 и Tgm-0,15 существенно снижались ($P < 0,01$). У 4 (80,0%) из них развилась ГАГ, а у одной (20,0%) ГАГ осложнилась ПЭ легкой степени.

У больных 2-й группы средние показатели ААТ были существенно ниже контроля. Так, в сроки гестации 21–30 недель уровень дсДНК был снижен на 22,9% ($P < 0,01$), а в 36–39 недель — на 36,3% ($P < 0,001$), Tgm-0,01 и Tgm-

0,15 — соответственно на 21,5–24,2% ($P < 0,01$) и 25,5–33,8% ($P < 0,01$ – $P < 0,001$). У 39 (78%) из 50 обследованных этой группы после 27,6±3,38 недель гестации развилась ГАГ, у 6 (12%) в 34,2±3,42 недели ГАГ осложнилась ПЭ легкой, а у 8 (16%) — тяжелой степени. У 3 (6%) женщин в 33,2±4,62 недели выявлены перинатальные осложнения — угроза прерывания беременности, плацентарная недостаточность, синдром задержки роста плода.

При анализе активности нитрооксидазной системы у беременных 2-й группы выявлено дальнейшее снижение активности eNOS: в сроке беременности 21–30 недель — на 19,8% ($P < 0,05$), 31–38 недель — на 26,1%. Содержание NO превышало норму соответственно на 29,4

и 30,6% ($P < 0,01$), активность iNOS — на 17,7 и 25,9% ($P < 0,05$ и $P < 0,01$), ONO_2^- — на 23,6 и 34,2% ($P < 0,05$ и $P < 0,01$). У беременных 2-й группы обнаружена четкая сильная обратная корреляционная зависимость между снижением показателя дсДНК, Tgm-0,01 и Tgm-0,15 и увеличением активности iNOS = $-0,81$ ($P < 0,001$); 0,73 и 0,76 ($P < 0,01$), концентрацией ONO_2^- = $-0,80$ ($P < 0,001$); 0,69 и 0,67 ($P < 0,01$).

Следовательно, у женщин с риском развития ГАГ аутоиммунные нарушения характеризуются дисфункциональными расстройствами эндотелиальной системы, связанными с угнетением активности eNOS на фоне экспрессии NO, iNOS и ONO_2^- .

Важно отметить, что у беременных 1-й и 2-й групп, в сроки беременности 10–20 недель уменьшение уровня ААТ было характерно для дсДНК и двух антигенов мембран тромбоцитов — Tgm-0,01 и Tgm-0,15. По данным литературы, снижение уровня ААТ и дсДНК, коллагена, α_2 -гликопротеина наблюдается при поликлональной иммуносупрессии [16]. В этих условиях снижается клиренс образующихся в процессе жизнедеятельности токсических иммунных комплексов, циркулирующих в организме [17]. Снижение концентрации ААТ к дсДНК и антигенам Tgm-0,01 и Tgm-0,15 позволяет предположить, что в механизмах нарушения гемостаза и микроциркуляции, повышенном микротромбообразовании принимают участие циркулирующие иммунные комплексы, накопившиеся на адсорбированных поверхностях тромбоцитов.

Важно подчеркнуть, что при развитии ГАГ ААТ к Kim-05–30, Kis-07–120, к мембранным антигенам почек, а также НММР к антигену митохондрий печени в крови беременных с риском развития ГАГ в динамике гестации находятся в пределах контроля. По-видимому, это отличает ГАГ от других форм патологии и имеет дифференциально-диагностическое значение. Вместе с тем снижение уровня дсДНК и Kim-0,01, Kis-0,15 может служить и прогностическим маркером развития ГАГ, что имеет принципиальное значение для разработки мер профилактики и проведения целенаправленной коррекции этих нарушений.

Следует подчеркнуть, что в наших исследованиях выявлена четкая связь уменьшения количества ААТ с угне-

тением активности eNOS и экспрессией NO, iNOS, ONO_2^- . В связи с этим можно предположить, что одной из важных причин формирования поликлональной иммуносупрессии являются процессы, связанные с ДЭ. По-видимому, угнетение eNOS ведет к компенсаторной активации патологической формы iNOS, за счет которой повышается уровень NO. В свою очередь избыток NO стимулирует процесс вазоспазма, снижение микроциркуляции, способствует усилению свободнорадикальных реакций, при которых образующийся супероксидный анион радикал (O_2^-) вступает в реакцию образования ONO_2^- — мощного цитостатического и цитотоксического соединения [18,19].

Снижение уровня eNOS, выявленное в наших исследованиях, указывает на возможность его участия в формировании аутосенсibilизации и поликлональной иммуносупрессии. В то же время назначение пациенткам 1-й группы в ранние сроки беременности L-аргинина нормализует [9,13,14] уровень в крови дсДНК, Tgm-0,01 и Tgm-0,15, приводит к угнетению активности eNOS, восстановлению до уровня контроля показателей NO, iNOS, ONO_2^- , что обосновывает необходимость использования его для профилактики ГАГ. Одновременно под влиянием препарата снижается риск развития ГАГ: так, риск развития этого состояния у больных 1-й группы был ниже, чем во 2-й на 90% ($P < 0,001$). Отношение шансов (ОШ) = 1,8; 95% ДИ = 1,1–4,8; $\chi^2 = 2,3$.

Заключение. Таким образом, проведенные исследования показали, что L-аргинин в ранние сроки беременности (10–20 нед.) эффективно восстанавливает нарушенный баланс ААТ через механизмы нормализации функциональной активности нитрооксидазной системы, способствует предупреждению развития ГАГ у женщин с отягощенным акушерско-гинекологическим анамнезом и риском развития при беременности АГ. Одновременно установлено, что снижение уровня ААТ и уменьшение степени ДЭ имеют прямое отношение к формированию ГАГ. Это обосновывает целесообразность включения L-аргинина в качестве средства для коррекции аутоиммунных нарушений и дисфункции эндотелия с целью профилактики осложнений, связанных с развитием ГАГ.

Литература:

1. Сухих, Г. Т., Мурашко Л. Е. Преэклампсия. — М.: ГЭОТАР-Медиа. — 2010. — 558 с.
2. Мурашко, Л. Е., Ткачева О. Н., Тумбаев И. В. Оценка эффективности гипотензивных средств, применяемых при гестозе, и их влияние на эндотелиально-сосудистый фактор гипертензивного синдрома при беременности. Акушерство и гинекология. 2007; 2: 32–36.
3. Макаров, О. В., Николаев Н. Н., Волкова Е. В. Особенности центральной гемодинамики у беременных с артериальной гипертензией. Акушерство и гинекология. 2003; 4: 18–22.
4. Волкова, Э. Г., Синицин С. П. Артериальная гипертензия у беременных. Терапевтические аспекты проблемы. Челябинск; 2010: 196 с.
5. Замальева, Р. С., Мальцева Л. И., Черепанова Н. А. и др. Клиническое значение определение уровня регуляторных аутоантител для оценки риска развитие гестоза. Практическая медицина. 2009; 2: 68–71.
6. Макаров, О. В., Волкова Е. В., Винокурова И. Н., Джохадзе Л. С. Иммунологическая теория возникновения преэклампсии. Проблемы репродукции. 2012; 2: 93–97.

7. Мальцева, Л. И., Замалеева Р. С., Полетаев А. Б. и др. Клиническое значение регуляторных аутоантител в развитии плацентарной недостаточности у женщин с отягощенным акушерским анамнезом. Гинекология. 2005; 11 (5): 86–88.
8. Макаров, О. В., Богатырёв Ю. А., Осипова Н. А. Значение аутоантител в патогенезе преэклампсии. Акушерство и гинекология. 2012; 4 (1): 16–21.
9. Krukier, Y. Y., Pogorelova T. N., Orlov V. Y. Production and reception of growth factors in the placenta during physiological and gestosis complicated pregnancy. Biochemistry (Moscow). Suppl. Ser. B: Biomed. Chem. 2007; 1 (3): 267–269.
10. Neri, Y., Yasonni V. M., Gori G. F. et al. Effect of L-arginine on blood pressure in pregnancy-induced hypertension: a randomized placebo-controlled trial. J. Matern. Fetal. Neonatal. Med. 2006; 19 (5): 277–281.
11. Айламазян, Э. К., Алихаджаева М. А., Костючек И. Н. и др. Влияние эндотелиальной NO-синтазы в плаценте и оксида азота в сыворотке крови беременных женщин в комплексной оценке эффективности лечения гестоза. Арх. пат. 2010; 1: 26–29.
12. Климов, В. А. Эндотелий фетоплацентарного комплекса при физиологическом и патологическом течении беременности. Акушерство и гинекология. 2008; 2: 7–10.
13. Линде, В. А., Погорелова Т. А., Друккер Н. А. и др. Роль аргининового дисбаланса в развитии плацентарной недостаточности. Акушерство и гинекология. 2011; 4: 26–30.
14. Хлыбова, С. В., Циркин В. И., Дворский С. А. и др. Содержание аргинина в сыворотке крови при физиологическом и осложненном течении беременности. Российский вестник акушера-гинеколога. 2007; 2: 4–7.
15. Степанов, Ю. М., Колонов И. Н., Журбина А. И., Филипкова А. Ю. Аргинин в медицинской практике. Журн. АМН Украины. 2004; 10 (1): 940–352.
16. Notking, A. L. New predictors of disease. Sci. Amer. 2007; 296 (3): 72–79.
17. Полетаев, А. Б., Кузьменко Л. Г. Иммуномолекулярная диагностика. Москва; 2008. 198 с.
18. Манухина, Е. Б., Дауни Х. Ф., Маллет Р. Т., Малышев И. Ю. Защитные и повреждающие эффекты периодической гипоксии: роль оксидов азота. Вестник РАМН. 2007; 2: 25–33.
19. Покровский, В. И., Виноградов М. А. Оксид азота, его физиологические и патофизиологические свойства. Тер. арх. 2005; 1: 82–87.

Значение аккредитации для оценки качества медицинских услуг

Мелдебекова Сауле Ундашевна, зав. кафедрой;
Кельжанова Мехрибану Каипбаевна, ассистент;
Бегалиева Рахатай Махсетбаевна, ассистент

Ташкентский педиатрический медицинский институт, Нукусский филиал (Узбекистан)

Публикация посвящена аккредитации в системе здравоохранения, истории развития системы аккредитации, принципам ее работы в зарубежных странах. Приведены результаты пробной аккредитации проведенной без привлечения экспертов в первичном звене здравоохранения.

Ключевые слова: аккредитация, медицинские учреждения, качество медицинских услуг.

The value of accreditation for assessment of quality of medical services

Meldebekova S. U., Keljanova M. K., Begaliev R. M.

This publication about accreditation in the healthcare system, the history of development of the accreditation system, principles of its operation in foreign countries. The results of the trial accreditation carried out without the involvement of experts in primary care.

Key words: accreditation, medical institutions, the quality of medical services.

Введение. Аккредитация — процесс, занимающий место в ряду разнообразных методов проверки и стандартизации качества услуг, оказываемых организациями системы здравоохранения [6]. Термин «аккредитация» в данном случае обозначает участие определенного медицинского учреждения в процессе независимой

оценки заведений и организационных структур системы здравоохранения, на основе официально установленных стандартов; цель аккредитации — оценка организации служб и процессов, от которых зависит качество работы. До 1980-х годов термин «аккредитация» в применении к системе здравоохранения обозначал добровольную деятельность, позволяющую всем учреждениям системы, особенно больницам, сравнивать свои организационные процессы и процедуры с принятыми стандартами. Часто основной акцент делался на безопасности процедур; задача аккредитации усматривалась в обеспечении подходящей среды для всемерного повышения клинической эффективности [1].

Аккредитирующие органы традиционно действовали по принципу самокупаемости, а учреждения, стремящиеся получить аккредитацию, в большинстве случаев платили им вознаграждение (впрочем, как будет показано ниже, все параметры могли подвергаться модификациям). Конечным результатом процесса аккредитации являлась выдача квалификационного свидетельства о соответствии данного учреждения принятым стандартам. В свидетельстве часто указывается длительность периода, который должен пройти до следующей инспекции: чем дольше этот период, тем выше степень соответствия стандартам [3]. Каждая аккредитационная система контролируется независимой комиссией, состоящей из профессионалов, работающих в системе здравоохранения. Комиссия отвечает за стандарты и за присуждение квалификационных свидетельств [2].

Аккредитация больниц и других лечебных учреждений является одним из наиболее важных механизмов, с помощью которых государство (а так же международные организации, страховые фонды) влияет на качество медицинских услуг и порядок их предоставления.

Аккредитация — это «экспертная оценка организации, используемая для того, чтобы точно оценить уровень ее функционирования по отношению к установленным нормативам и определить пути непрерывного совершенствования качества услуг». Таким образом, аккредитация является важнейшим условием качества услуг и безопасности пациента. Больница, не имеющая соответствующей аккредитации, должна внушать подозрение, несмотря на то, что она может иметь весь набор разрешительных документов, начиная от государственной регистрации и заканчивая лицензией на медицинскую практику.

Практика аккредитации возникла в США по инициативе медиков. Причиной ее появления стало возрастающее осознание потребности в стандартизации медицинских услуг [4]. Задача Американской коллегии хирургов, основанной в 1913 г., заключалась в поддержке идеи стандартизации больниц. Одним из главных требований для приема в Коллегию было представление удовлетворительно документированных случаев, доказывающих компетентность соискателя в области хирургии. Это требование способствовало выявлению существенных недостатков с ведением документации в боль-

шинстве больниц [3]. Программа стандартизации больниц была учреждена Коллегией в 1917 г. Принципиальные положения этой программы составили основу всей дальнейшей практики аккредитации. Программа содержала пять групп стандартных требований, относящихся к организации и квалификации медицинского персонала, к тому, что ныне принято именовать «клиническим аудитом», к документальной фиксации случаев и к технике постановки диагнозов. Соответствие стандартам оценивалось инспекторами, которые посещали больницы и проверяли их работу [4]. К 1949 г. свыше половины больниц США добровольно участвовали в программе.

Растущий интерес учреждений здравоохранения к международной аккредитации обусловлен высокими требованиями населения к качеству медицинских услуг, а так же глобализацией медицинских технологий и спроса на медицинские услуги. В большинстве развитых стран граждане предъявляют все большие требования к качеству медицинских услуг и стандартам работы больниц. Эта тенденция особенно сильна в социализированных системах богатых стран, включая страны Европейского Союза. Особую роль вопросы обеспечения качества стали играть в связи с процессами глобализации предоставления медицинских услуг. Аккредитация начала использоваться в ряде государств Европы и Америки в начале двадцатого века. Например, в США вначале вводились специальные стандарты для контроля за санитарным состоянием и условиями пребывания пациентов в клиниках, которые затем переросли в аккредитационные схемы. Аналогичные схемы аккредитации вскоре были разработаны и в других регионах мира. Целью этого процесса является не только оценка качества сама по себе, но и поиск путей повышения качества. На сегодняшний день эта проблема является актуальной для всех стран мира в частности и Узбекистана.

Органы, которые занимаются аккредитацией больниц, в идеале должны быть независимы от прямого государственного контроля. Возможно, неудачи с аккредитацией в некоторых странах СНГ таких как Украина, Казахстан, Россия связаны именно с тем, что аккредитацией занимался непосредственно орган, прямо подконтрольный Министерству здравоохранения. В таких странах, как Великобритания, США, Австралия и Канада аккредитацией лечебных учреждений занимаются специальные органы, большей частью негосударственные, но уполномоченными государством в соответствии с национальным законодательством. Эти организации могут проводить аккредитацию больницы в целом, либо быть специализированными, например, в области лабораторной службы, психиатрии и т.д. Аккредитационные системы структурированы таким образом, чтобы дать объективные показатели для внешней независимой оценки качества, а так же показать, как менеджмент данного учреждения регулирует вопросы качества медицинских услуг. Идеальная схема управления качеством в каждой организации должна провести пациента по всем этапам полу-

чения им медицинской помощи, начиная от наблюдения здорового пациента на участке, через амбулаторное и стационарное лечение, до врачебного наблюдения после выписки из больницы. В центре этой идеальной схемы находится перечень профессиональных стандартов, которые систематически и всесторонне оценивают деятельность больницы. Данные стандарты включают в себя не только непосредственный контакт сотрудников больницы с пациентами, но также подготовку и обучение персонала, распределение служебных полномочий, принципы управления клиникой и аудит, исследовательскую деятельность, этические стандарты и т.д. Основная цель аккредитации — побудить медицинские учреждения к улучшению качественных показателей. Центральное значение придается оценке работы учреждений, их поддержке, дальнейшему совершенствованию их сильных сторон [5].

Результаты исследования. Подводя итоги собственных исследований проведенных в двух сельских врачебных пунктах можно отметить, что контроль качества медицинских услуг, да и учреждений в целом были отмечены несколькими основными факторами, такими как:

- Управление СВП;
- Управление персоналом;
- Организационная структура;
- Финансирование СВП;
- Эффективность и рациональность управления финансово-хозяйственной частью;
- Отбор персонала;
- Мотивация;
- Качество ежегодных отчетов с указанием проведенных работ в СВП;
- Распределение финансов;

Наименьший результат в баллах получен по критерию управления сельским врачебным пунктом — и по управлению персоналом которые получили по 1 баллу из возможных 3. По организационной культуре так же был получен 1 балл из возможных 3, по финансированию сельского врачебного пункта было поставлено 2 балла, а также финансовый менеджмент был оценен в 1 балл. Что еще раз подтверждает тот факт что развитие данной отрасли, возможно, улучшит качество предоставляемых медицинских услуг.

Литература:

1. Agence Nationale d'Accreditation et d'Evaluation en Santer (1999) Preparer et Conduire votre Demarche d'Accreditation. Paris: ANAES.
2. Birch, K., Scrivens, E. and Field, S. (2000) Quality in General Practice. Oxford: Radcliffe Medical Press.
3. Мартин Мак-ки, Лаура Мак-Лехоз, «Здравоохранение и расширение Европейского Союза», серия публикаций Европейской обсерватории по системам здравоохранения, 2004 г., с. 21–24
4. Элайаса Моссиалос, Анна Диксон, «Финансирование здравоохранения: альтернативы для Европы», серия публикаций Европейской обсерватории по системам здравоохранения, 2002 г., с. 224–229
5. Мамедова, Г. Б., Мухаммедова Н. С., Махкамов Ф. Р., «Перспективы развития обязательного медицинского страхования в Республике Узбекистан» Научно-практический медицинский журнал Бюллетень ассоциации врачей Узбекистана № 1, 2014 г. Стр. 11–15
6. Мамедова, Г. Б., «Методические подходы и новые тенденции управления медицинскими учреждениями», Научно-практический медицинский журнал Бюллетень ассоциации врачей Узбекистана № 1, 2012 г. Стр. 10–12

Обоснование необходимости исключительного грудного вскармливания в развитии познавательных способностей детей

Султанова Нафиса Собировна, соискатель
Ташкентский институт усовершенствования врачей (Республика Узбекистан)

Интеллектуальная готовность к школьному обучению, связанная с развитием мыслительных процессов — способностью обобщать, сравнивать объекты, классифицировать их, выделять существенные признаки, делать выводы выше у детей, получавших исключительно грудное вскармливание.

Ключевые слова: познавательные способности, дети, грудное вскармливание.

В настоящее время внимание многих психологов во всем мире привлечено к проблемам раннего детства. Этот интерес далеко не случаен, так как обнаруживается, что первые годы жизни являются периодом

наиболее интенсивного нравственного развития, когда закладывается фундамент физического, психического и нравственного здоровья. От того, в каких условиях оно будет протекать, во многом зависит будущее ребенка. На-

циональная программа реформы школьного образования, принятая IV сессией Олий Мажлиса Республики Узбекистан 21 августа 1997 года, законы об «Образовании» и «Национальной программе подготовки кадров» ставят перед медицинскими работниками новые задачи по изучению состояния здоровья детей 6–7 летнего возраста, способности их к школьной адаптации, своевременной оценке неврологического статуса дошкольников в качестве профилактики школьной дезадаптации и неуспеваемости [1].

В исследованиях (Betty R. Vohr et al. 2006) было установлено, что отсутствие грудного вскармливания влияет на умственное развитие и познавательные способности. По данным мета-анализа 20 рандомизированных исследований, проведенных на 10000 детей от 6 месяцев до 16 лет, посвященных сравнению различий в развитии познавательных способностей между детьми, которые были на грудном вскармливании и детьми, которых кормили детскими питательными смесями, было выявлено, что значительно более высокие уровни познавательного развития наблюдались при грудном вскармливании, и эти различия были стабильными в течении последующего времени. Познавательные способности возрастали с продолжительностью грудного вскармливания до 2 лет и более [3]. Вскармливание ребенка исключительно грудным молоком в первые месяцы жизни положительно влияет на его умственные способности, к такому заключению пришли канадские ученые из Университета Мак-Гилл, наблюдавшие за развитием почти 14000 детей, родившихся в Белоруссии. Исследование под руководством Майкла Крамера проводилось с конца 1990-х годов в 31 белорусском роддоме. Примерно половина учреждений проводила программу поощрения длительного исключительно грудного вскармливания, остальные — продолжали свою прежнюю практику без изменений. Оценка интеллектуальных способностей детей проводилась в шестилетнем возрасте. Выяснилось, что дети, находившиеся исключительно на грудном вскармливании как минимум в первые три месяца жизни, имели лучшие результаты тестов на когнитивные способности. В тестах на вербальный интеллект они показали в среднем на 7,5 балла больше (по 100-балльной шкале), в тесте на невербальный интеллект — на 2,9 балла больше, а в тестах на общий интеллект — на 5,9 балла больше [3].

Интеллектуальная готовность к школьному обучению связана с развитием мыслительных процессов — способностью обобщать, сравнивать объекты, классифицировать их, выделять существенные признаки, делать выводы. У ребенка должна быть определенная широта представлений, в том числе образных и пространственных, соответствующее речевое развитие, познавательная активность (Л.А. Венгер, 2000). Большинство психологов-практиков испытывают недовольство имеющимися диагностическими программами, поэтому в настоящее время появляются все новые и новые их модификации. Одним из наиболее используемых тестов оценки

познавательных способностей и готовности к школьному обучению является тест Керна-Йирасека. Основные параметры теста: минимизация длительности обследования, полнота исследования необходимых компонентов развития ребенка, «технологическая» доступность для специалистов, не имеющих большого опыта. Тест Керна-Йирасека впервые на русском языке был опубликован еще в 1978 году, однако в школьную практику вошел только в конце восьмидесятых годов, когда его стали перепечатывать (часто с искажениями и сокращениями) во многих работах, посвященных проблеме готовности детей к школьному обучению. Внешняя простота и быстрота проведения, наличие подробного описания действий ребенка, оценивающихся тем или иным баллом, сделало этот тест привлекательным не только для психологов, но и для педагогов, в том числе для воспитателей детских садов; по этому тесту стали делать категорические выводы о готовности/неготовности ребенка к школьному обучению. Между тем сам Я. Йирасек подчеркивал, что если хорошие результаты по этому тесту достаточно надежно предсказывают высокую успешность обучения, то плохой результат такой предсказательной способностью не обладает. По наблюдениям Я. Йирасека, среди детей, которые при поступлении в школу показали результаты ниже среднего уровня, к концу второго класса половина хорошо успевала по основным предметам — математике и родному языку (хотя в начале обучения наблюдались некоторые трудности в адаптации из-за недостаточного развития умения управлять движениями пальцев рук). Таким образом, при плохом результате теста плохая успеваемость наблюдалась в 50% случаев (то есть вероятность точного прогноза — на уровне случайности, как при подбрасывании монетки: орел или решка) — это недостаточное основание для определенного вывода о «неготовности». Это не значит, что низкие результаты по тесту Керна-Йирасека вообще не дают психодиагностической информации. Они являются поводом для повышенного внимания к ребенку, усиления эмоциональной и педагогической поддержки в самом начале обучения, а в некоторых случаях (при особенно низких результатах) — проведения углубленного психологического обследования [2].

Цель нашей работы — выявить значение исключительно грудного вскармливания до 6 месяцев при продолжении грудного вскармливания до 2 лет, для гармоничного психологического и познавательного развития ребенка; насколько важное значение имеет вклад матери в ход этого процесса.

Для достижения данной цели требовалось решение следующих задач:

1. Выявить число детей, получивших в анамнезе исключительно грудное вскармливание до 6 месяцев, при продолжении грудного вскармливания до 2 лет

2. Выявить число детей, находящихся на преимущественном ГВ, смешанном ГВ и искусственном вскармливании

3. Определить с помощью метода Керна-Йирасака уровень познавательных способностей и готовность к школьному обучению детей в 6–7 летнем возрасте в зависимости от вида вскармливания

Материал и методы исследования. Исследование проведено на базе Городского Перинатального Центра №1. Предметом данной работы явилось наблюдение 445 детей с периода новорожденности до 7 лет, получивших различные виды вскармливания и принципы ухода. Проводимое исследование было направлено на проверку гипотезы: обеспечение ребенку исключительного грудного вскармливания до 6 месяцев при продолжительности грудного вскармливания до 2 лет и психологической поддержки со стороны взрослого, в первую очередь матери, приводит к более гармоничному психическому и физическому развитию ребенка. Оценка интеллектуальных способностей детей проводилась в шестилетнем возрасте по методу Керна-Йирасака. В ходе исследования были сформированы следующие группы:

1 группа — дети на исключительно грудном вскармливании (ИГВ). ИГВ считается кормление только грудью без включения каких-либо жидкостей и имитаторов груди, в эту группу вошло 351 детей.

2 группа — дети на преимущественном грудном вскармливании (ПГВ). ПГВ считается кормление грудным молоком с включением каких-либо жидкостей и имитаторов груди, в эту группу вошло 27 детей.

3 группа — дети на смешанном грудном вскармливании (СГВ). СГВ считается кормление грудным молоком с добавлением в рацион искусственных смесей, в эту группу вошло 43 детей.

4 группа — дети на искусственном вскармливании (ИВ). ИВ считается питание, при котором полностью исключено грудное молоко, в эту группу вошло 24 детей.

Результаты исследования. Оценка интеллектуальных способностей проводилась в 6-летнем возрасте. В 1 группе 6-летнего возраста достигли 66 детей, во 2 группе — 12 детей, в 3 группе — 36 детей и в 4 группе — 18 детей. По методу Керна-Йирасака каждому ребенку дали сложенный пополам лист А4 и простой карандаш. Задание №1: нарисовать мужчину, как умеет, без излишних комментариев и вмешательств со стороны. Задание №2: копирование написанного текста прописью «*U osh yedi*» на языке неизвестном ребенку. Задание №3: срисовать группу точек. Оценка результатов проводилась по 5 балльной шкале. Задание №4 «Вербальное мышление» включал 10 вопросов, каждый правильный ответ оценивался в 1 балл, неправильный в 0 баллов.

Как видно из таблицы 1, дети в 1 группе имели лучшие результаты по тестам, чем все остальные. Худший результат отмечался в группе детей в 3 группе, однако механизм сложившегося результата в данной группе требует проведения дальнейших исследований. В ходе

Таблица 1. Средняя оценка в баллах по проведенным тестам в группах исследования

Показатели	1 группа (n=66)	2 группа (n=12)	3 группа (n=36)	4 группа (n=18)
Рисование мужчины	4±0,86	3,75±0,75	2,97±1,4	3,5±0,98
Письмо	3,98±0,83	3,42±0,51	3,61±0,87	3,61±0,78
10 точек	4,09±0,72	3,33±1,23	3,77±0,86	3,89±0,83
Вербальный тест	4,05±1,17	3,66±0,78	1,63±0,49	2,44±0,98
Общий балл	16,1±2,4	14,1±2,52	12±2,86	13,44±2,75

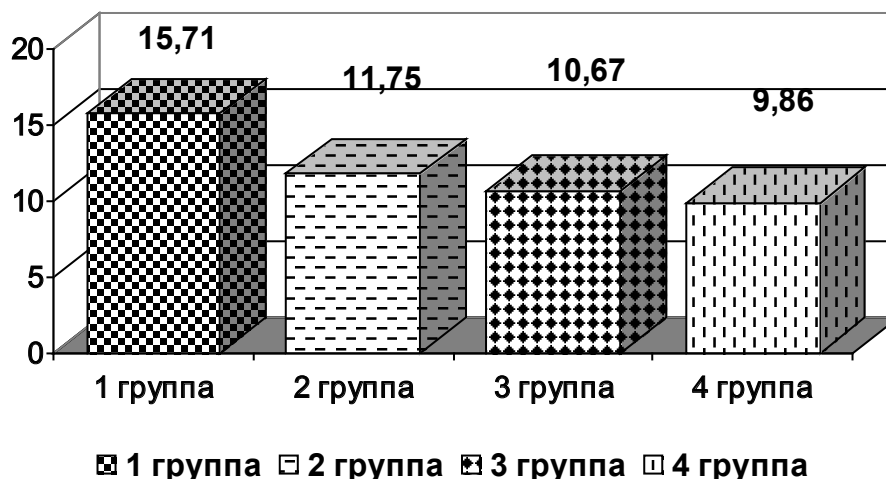


Рис. 1. Изменение общего балла в тестах интеллектуального и познавательного развития в группах детей 6–7 лет, получивших различные виды вскармливания

проведения статистического анализа выявлено нарушение письма при наличии неустойчивой походки ($t=2,017$ при $P<0,05$), нарушении сна ($t=2,9$ при $P<0,005$), нарушение контакта с окружающими ($t=2,36$ при $P<0,05$), дефиците внимания ребенка ($t=3,1$ при $P<0,005$). Нарушение в воспроизведении 10 точек выявлено при нарушении сна ($t=2,93$ при $P<0,005$), дефиците внимания ребенка ($t=2,14$ при $p<0,05$). Затруднения при проведении вербального теста отмечалось у детей с нарушением сна ($t=3,22$ при $P<0,005$), затруднении контакта ребенка с окружающими ($t=2,21$ при $P<0,05$), при дефиците внимания ($t=2,9$ при $P<0,005$). При минимальной мозговой дисфункции в анамнезе наблюдались отклонения во всех заданиях (соответственно ($t=4,25$; $4,77$; $4,25$; $5,34$; $5,38$; $5,36$ при $P<0,005$).

Литература:

1. Маматов, М. Перинатальная патология и состояние высшей нервной деятельности шестилетних детей: автореф....канд. мед. наук. — Т., 2005. — 16 с.
2. Department of Pediatrics, McGill University Faculty of Medicine, Montreal, Canada // Am J Clin Nutr. — 2009. — Vol. 90. №4. — P. 1070–4.
3. Health and development outcomes in 6.5-y-old children breastfed exclusively for 3 or 6 mon. // Archives of General Psychiatry. — 2008. — №3. — P. 833–836.

Создание морфометрической базы данных краниологических параметров внутреннего основания и свода черепа

Холамов Алексей Игоревич, курсант
Белорусский государственный медицинский университет (г. Минск)

Целью настоящего исследования являлось составление морфометрической базы показателей параметров внутреннего основания и свода черепа человека. В ходе исследования было исследовано 70 пациентов УЗ «Больница скорой медицинской помощи» г. Минска (35 мужчин и 35 женщин первого периода зрелого возраста) с помощью мультиспирального компьютерного томографа. Полученные данные могут быть использованы в краниологическом исследовании, необходимом для установления половой принадлежности останков по черепу при неповрежденных основании и своде черепа.

Ключевые слова: череп, краниометрия, пол, судебная экспертиза.

Актуальность исследования

В настоящее время существует большое количество работ, в которых изучаются половые особенности и характеристики наружной поверхности черепа. Данные исследования позволяют установить половую принадлежность останков по черепу с помощью классического краниометрического и морфологического (описательного) методов [4–7]. Существуют работы по изучению взаимосвязи параметров черепных ямок с размерными характеристиками мозгового черепа человека у разных краниотипов [1–3], однако в них не упоминается о половых различиях в изучаемых краниометрических параме-

трах внутреннего основания черепа. Новизна настоящей научной работы обусловлена тем, что исследование проводилось с помощью программного обеспечения мультиспирального компьютерного томографа (МСКТ), что облегчало поиск объектов для исследования и необходимые измерения интересующих краниометрических параметров. Достоинства метода МСКТ заключаются в следующем [8]: а) метод высокоточный благодаря инструменту «Электронная линейка» программного обеспечения томографа, которая позволяет измерить параметр до 0,1 мм; б) в базе данных томографа хранится информация о большом количестве пациентов разной половой и возрастной принадлежности; в) метод позволяет измерить малодоступные

участки (полости и пазухи) в черепе; г) метод отлично подходит для исследования костных структур черепа в связи со свойствами рентгеновского излучения; д) метод не инвазивный.

Материал и методы исследования

Было произведено краниологическое исследование 70 пациентов УЗ «Больница скорой медицинской помощи» г. Минска (Республика Беларусь) с помощью 16-срезового компьютерного томографа «General Electric LightSpeed Pro 16» и его программного обеспечения. В базе данных томографа были выбраны 35 пациентов мужского пола и 35 пациентов женского пола, которые принадлежали 1-му периоду зрелого возраста (мужчины — 24–35 лет, женщины — 22–35 лет). Целостность костных структур черепов исследуемых пациентов нарушена не была. С помощью программного обеспечения томографа была произведена двухмерная и трёхмерная реконструкции черепов, которые позволяли вращать их, увеличивать и уменьшать масштаб, находить и отмечать краниометрические точки на их внутренних основаниях и сводах. На двухмерных и трехмерных моделях черепов были выбраны более 30 краниометрических точек внутренней поверхности (верхушка петушиного гребня, наивысшая точка свода черепа, внутренний затылочный бугор, селляре и др.). Данные точки служили ориентиром для измерения более 50 краниометрических параметров (петушиный гребень-внутренний затылочный бугор, селляре-наивысшая точка свода черепа и др.). Лишь у 22 из 50 исследуемых краниометрических параметров удалось разделить числовые значения на несколько групп. Далее перечислены эти параметры: I. Расстояние между наиболее латерально расположенной точкой чешуи височной кости и верхушкой заднего наклоненного отростка; II. Расстояние между верхушками передних наклоненных отростков; III. Расстояние между круглыми отверстиями; IV. Расстояние между овальными отверстиями; V. Расстояние между остистыми отверстиями; VI. Поперечный диаметр ямки гипофиза; VII. Расстояние между внутренними слуховыми отверстиями;

VIII. Расстояние между каналами подъязычных нервов; IX. Расстояние от петушиного гребня до внутреннего затылочного бугра; X. Расстояние от внутреннего затылочного бугра до наивысшей точки свода черепа; XI. Расстояние от петушиного гребня до спинки турецкого седла; XII. Расстояние от спинки турецкого седла до точки базион; XIII. Расстояние от верхушки петушиного гребня до точки базион; XIV. Расстояние от спинки турецкого седла до точки опистион; XV. Расстояние от спинки турецкого седла до внутреннего затылочного бугра; XVI. Расстояние от спинки турецкого седла до наивысшей точки свода черепа; XVII. Расстояние от точки базион до наивысшей точки свода черепа; XVIII. Расстояние от точки опистион до наивысшей точки свода черепа; XIX. Расстояние от слепого отверстия до внутреннего затылочного бугра; XX. Расстояние от слепого отверстия до спинки турецкого седла; XXI. Расстояние от слепого отверстия до точки базион; XXII. Расстояние от слепого отверстия до точки опистион.

Измерения всех параметров проводилось с помощью инструмента «Электронная линейка» программного обеспечения томографа с точностью до 0,1 мм. Каждый исследуемый череп был запроотоколирован. В таблицу были внесены все 22 параметра и размеры в мм.

Результаты исследования и их обсуждение

Проведен анализ полученных данных и составлены вариационные ряды всех параметров черепа. Был проведен статистический анализ данных, в ходе которого найдены максимальные и минимальные значения параметров, подсчитано среднее значение, стандартная ошибка и стандартное отклонение (таблица 1). Достоверность $p \leq 0,05$.

Все числовые значения параметров внутреннего основания и свода черепа были расставлены от минимального к максимальному и разделены на 5 групп: достоверно женские показатели параметров; вероятно женские; неопределенные показатели; вероятно мужские; достоверно мужские показатели параметров. В каждой группе были рассчитаны интервалы числовых значений параметров

Таблица 1. Статистический анализ краниометрических параметров

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI
Min	43	18	30	40	48	7	37	21	127	114	48
Max	59	31	48	80	75	21	61	36	156	152	63
Ср.	51± 0,46	24± 0,34	39± 0,47	54± 0,67	63± 0,49	13± 0,25	51± 0,56	30± 0,32	140± 0,79	130± 0,88	56± 0,37

	XII	XIII	XIV	XV	XVI	XVII	XVIII	XIX	XX	XXI	XXII
Min	35	75	55	71	77	120	132	131	52	75	104
Max	54	106	80	99	101	144	157	161	68	109	140
Ср.	47± 0,5	92± 0,67	71± 0,51	85± 0,61	89± 0,6	133± 0,77	144± 0,67	144± 0,77	60± 0,38	93± 0,65	126± 0,75

Таблица 2. Деление параметров на группы. Интервалы числовых значений

	Достоверно женский параметр	Вероятно женский параметр	Неопределенный параметр	Вероятно мужской параметр	Достоверно мужской параметр
I.	43,2–46,4	46,5–49,7	49,8–53	53,1–56,3	56,4–59,6
II.	18,3–20,7	20,8–23,2	23,3–25,7	25,8–28,2	28,3–30,7
III.	29,6–33,3	33,4–37,1	37,2–40,9	41–44,7	44,8–48,5
IV.	39,8–47,7	47,8–55,7	55,8–63,7	63,8–71,7	71,8–79,7
V.	47,8–53,1	53,2–58,4	58,5–63,8	63,9–69,2	69,3–74,6
VI.	7,3–10	10,1–12,8	12,9–15,6	15,7–18,4	18,5–21,2
VII.	37,2–41,9	42–46,7	46,8–51,5	51,6–56,3	56,4–61,1
VIII.	20,6–23,7	23,8–26,9	27–30,1	30,2–33,3	33,4–36,5
IX.	126,9–132,7	132,8–138,6	138,7–144,5	144,6–150,4	150,5–156,3
X.	114,4–121,9	122–129,5	129,6–137,1	137,2–144,7	144,8–152,3
XI.	47,5–50,6	50,7–53,8	53,9–57	57,1–60,2	60,3–63,4
XII.	34,6–38,5	38,6–42,5	42,6–46,5	46,6–50,5	50,6–54,5
XIII.	74,8–80,9	81–87,1	87,2–93,3	93,4–99,5	99,6–105,7
XIV.	55,4–60,3	60,4–65,3	65,4–70,3	70,4–75,3	75,4–80,3
XV.	70,7–76,3	76,4–82	82,1–87,7	87,8–93,4	93,5–99,1
XVI.	76,7–81,6	81,7–86,6	86,7–91,6	91,7–96,6	96,7–101,6
XVII.	119,9–124,7	124,8–129,6	129,7–134,5	134,6–139,4	139,5–144,3
XVIII.	131,8–136,9	137–142,1	142,2–147,3	147,4–152,5	152,6–157,7
XIX.	131,3–137,2	137,3–143,2	143,3–149,2	149,3–155,2	155,3–161,2
XX.	52,1–55,2	55,3–58,4	58,5–61,6	61,7–64,8	64,9–68
XXI.	74,8–81,6	81,7–88,5	88,6–95,4	95,5–102,3	102,4–109,2
XXII.	103,8–111	111,1–118,3	118,4–125,6	125,7–132,9	133–140,2

(таблица 2). Сходный принцип деления показателей диагностических размеров наружного черепа описан в монографии Пашковой В. И. [5]. Проанализировав полученные результаты, были выбраны достоверно мужские и достоверно женские параметры (см. выводы).

Таким образом, морфометрическая база данных дополнена наиболее показательными и значимыми параметрами внутренней поверхности основания и свода черепа. Путем подсчета количества встречаемости достоверно мужских и достоверно женских параметров, а также расчета их процентного содержания среди остальных параметров, определены исключительно мужские и исключительно женские параметры внутреннего основания и свода черепа (таблица 3).

Выводы:

1) 4 параметра из 22 измеренных несут наибольшую информативность, т. к. более чем 17% мужских и женских черепов в исследуемой выборке обладают **достоверно женскими** и **достоверно мужскими параметрами**: (I) расстояние между наиболее латерально расположенной точкой чешуи височной кости и верхушкой заднего наклонного отростка, (X) расстояние от внутреннего затылочного бугра до наивысшей точки свода черепа, (XVII)

расстояние от точки базион до наивысшей точки свода черепа, (XVIII) расстояние от точки опистион до наивысшей точки свода черепа. Наибольший процент встречаемости у параметра (XVII) расстояние от точки базион до наивысшей точки свода черепа — его имеют более 17% женских и 25% мужских черепов.

2) 4 параметра из 22 измеренных позволяют отнести их к **достоверно женским**: (III) расстояние между круглыми отверстиями, (VI) поперечный диаметр ямки гипофиза, (IX) расстояние от петушиного гребня до внутреннего затылочного бугра, (XIX) расстояние от слепого отверстия до внутреннего затылочного бугра. Наибольший процент встречаемости у параметра (IX) расстояние от петушиного гребня до внутреннего затылочного бугра — его имеют более 25% женских черепов.

3) 4 параметра из 22 измеренных позволяют отнести их к **достоверно мужским**: (VII) расстояние между внутренними слуховыми отверстиями, (VIII) расстояние между каналами подъязычных нервов, (XII) расстояние от спинки турецкого седла до точки базион, (XIV) расстояние от спинки турецкого седла до точки опистион. Наибольший процент встречаемости у параметра (XII) расстояние от спинки турецкого седла до точки базион — его имеют более 40% мужских черепов.

Таблица 3. Процент встречаемости достоверно женских и мужских параметров в исследуемой выборке

	Достоверно женские параметры					Достоверно мужские параметры			
	Жен	Муж	Всего	%		Жен	Муж	Всего	%
I.	5	2	7	71%	I.	0	7	7	100%
II.	5	0	5	100%	II.	1	4	5	80%
III.	2	5	7	29%	III.	2	2	4	50%
IV.	3	2	5	60%	IV.	1	0	1	0%
V.	1	0	1	100%	V.	0	3	3	100%
VI.	3	3	6	50%	VI.	0	2	2	100%
VII.	2	0	2	100%	VII.	0	11	11	100%
VIII.	1	1	2	50%	VIII.	1	8	9	89%
IX.	9	2	11	82%	IX.	0	5	5	100%
X.	7	2	9	78%	X.	2	12	14	86%
XI.	2	1	3	67%	XI.	0	5	5	100%
XII.	2	0	2	100%	XII.	1	14	15	93%
XIII.	3	0	3	100%	XIII.	0	5	5	100%
XIV.	1	0	1	100%	XIV.	1	11	12	92%
XV.	1	1	2	50%	XV.	0	4	4	100%
XVI.	5	0	5	100%	XVI.	2	1	3	33%
XVII.	6	0	6	100%	XVII.	1	8	9	89%
XVIII.	7	1	8	88%	XVIII.	0	5	5	100%
XIX.	8	2	10	80%	XIX.	0	3	3	100%
XX.	3	2	5	60%	XX.	0	4	4	100%
XXI.	2	0	2	100%	XXI.	0	3	3	100%
XXII.	1	0	1	100%	XXII.	1	3	4	75%

Литература:

1. Алешкина, А. Ю. Взаимосвязь параметров задней черепной ямки с размерными характеристиками мозгового черепа человека у различных краниотипов/А. Ю. Алешкина, Е. Г. Букреева, А. Н. Анисимов // Саратовский научно-медицинский журнал. — 2011. — Т. 7. — № 1. — с. 11–14.
2. Алешкина, А. Ю. Взаимосвязь параметров средней черепной ямки с размерными характеристиками мозгового черепа человека у различных краниотипов/А. Ю. Алешкина, Е. Г. Букреева, А. Н. Анисимов // Саратовский научно-медицинский журнал. — 2011. — Т. 7. — № 4. — с. 757–760.
3. Алешкина, О. Ю. Сравнительный анализ морфогометрических параметров передней черепной ямки в зависимости от типа основания черепа/О. Ю. Алешкина, Ю. А. Хурчак, Д. Н. Россошанский, А. Н. Анисимов // Саратовский научно-медицинский журнал. — 2012. — Т. 8. — № 1. — с. 14–16.
4. Звягин, В. Н. Методика краниоскопической диагностики пола человека // Судебно-медицинская экспертиза: научно-практический журнал. — 1983. — № 3. — с. 15–17.
5. Пашкова, В. И. Определение пола и возраста по черепу/В. И. Пашкова. — Ставрополь, 1958. — с. 3–10.
6. Пашкова, В. И. Очерки судебно-медицинской остеологии/В. И. Пашкова. — М.: Государственное издательство медицинской литературы, 1963. — с. 18–30.
7. Пивченко, П. Г. Использование краниометрических точек и параметров при установлении половой принадлежности останков черепов неизвестных людей/П. Г. Пивченко, А. И. Холамов // Военная медицина: научно-практический рецензируемый журнал. — 2012. — № 3. — с. 112–116.
8. Холамов, А. И. Мультиспиральная компьютерная томография в краниологическом исследовании // Актуальные проблемы современной медицины и фармации: материалы 67-й научно-практической конференции студентов и молодых ученых с международным участием/под ред. проф. О. К. Кулаги, проф. Е. В. Барковского. — Минск: БГМУ, 2013. — Статья 2.11.7.

Особенности лечения атрофических гастритов у пациентов с недифференцированной дисплазией соединительной ткани

Чернуха Сергей Николаевич, ассистент

Крымский государственный медицинский университет имени С. И. Георгиевского (г. Симферополь)

Нарушение функциональной активности клеточных элементов соединительной ткани при недифференцированной дисплазии соединительной ткани (НДСТ) способствует изменению репаративных процессов и образованию неполноценного коллагена, а также может быть весомым патогенетическим механизмом развития атрофии слизистой оболочки желудка. В ходе данного исследования обнаружена существенная динамика атрофии антрального отдела желудка на фоне применения антихеликобактерной схемы с коллоидным висмутом у больных с НДСТ ($p < 0,05$). Это свидетельствует о положительном цитопротекторном эффекте препарата коллоидного висмута в антихеликобактерной схеме, а также о преобладании неопределённых атрофий у больных с НДСТ, требующих дифференциальной диагностики именно на фоне цитопротекторной терапии.

Ключевые слова: эрадикация, воспаление, атрофия, гастрит, *H. pylori*

Введение

Современные научные данные по проблеме хронических заболеваний верхних отделов желудочно-кишечного тракта (ЖКТ), протекающих на фоне врожденной дисплазии соединительной ткани ограничены, касаются преимущественно анатомических аномалий и очень редко направлены на выявление гистологических особенностей патоморфоза с учетом нарушений синтеза коллагена [3,7]. Кроме того, отсутствует единое мнение относительно патогенетической роли данного синдрома в развитии заболеваний ЖКТ.

Синдром дисплазии соединительной ткани объединяет системные наследственные дифференцированные синдромы, в основе которых лежат хорошо известные дефекты генов (синдром Марфана, синдром Элерса — Данлоса и др.) и недифференцированные дисплазии соединительной ткани (НДСТ), при которых отмечаются микроаномалии со стороны практически всех органов и систем в той или иной комбинации [2,6]. Неполные, стертые формы, затрудняют своевременную диагностику и могут иметь необратимые последствия за счет развития тяжелых, а иногда и фатальных осложнений.

Детально изучены многие фенотипические признаки НДСТ, которые условно разделяют на внешние, выявляемые при физикальном обследовании, и внутренние анатомические признаки дисплазии соединительной ткани. Клинические проявления НДСТ отличаются вариабельностью, поэтому комплексная оценка фенотипических маркеров позволяет не только заподозрить, но и достоверно диагностировать наличие НДСТ уже на этапе физикального обследования больного [5,6].

Целью данного исследования стала оценка состояния слизистой оболочки желудка у пациентов с недифференцированной дисплазией соединительной ткани, а также динамика этих изменений на фоне антихеликобактерной терапии в зависимости от наличия стигм дисэмбриогенеза.

Материалы и методы

С целью изучения особенностей течения и лечения сочетанной патологии верхних отделов ЖКТ проводили сравнение результатов лечения у 132 *H. pylori*-инфицированных больных с хроническими гастритами (ХГ) и стигмами дисэмбриогенеза, которые характерны для НДСТ (74 человека) и без них (58 человек). Все больные, независимо от наличия фенотипических признаков дисплазии соединительной ткани, были разделены на две группы, однородные по возрасту и полу: основную и контрольную. В контрольной группе пациенты получали лечение тройной антихеликобактерной терапией, включавшей кларитромицин, амоксициллин и эзомепразол в стандартных дозах в течение двух недель. Основную группу составили пациенты, которые лечились по схеме: коллоидного висмута субцитрат по 120 мг четыре раза в сутки + амоксициллин по 1000 мг дважды в сутки + кларитромицин по 500 мг дважды в сутки + эзомепразол по 20 мг дважды в сутки также в течение двух недель. С целью верификации диагноза хронического гастрита особое внимание уделяли результатам таких методов инструментальной диагностики как эзофагогастродуоденоскопия, морфология и рН-метрия. Инфицированность *H. pylori* подтверждали ИФА, быстрым уреазный тестом и гистологическим методом. Морфологическую оценку гистологических препаратов слизистой оболочки желудка (СОЖ) проводили в соответствии с Сиднейской классификацией, Хьюстонского пересмотра, по модифицированной визуальной аналоговой шкале системы Operative Link for Gastritis Assessment (шкала OLGA) [1,8] с полуколичественной оценкой инфицированности *H. pylori*, активности воспаления и выраженности атрофии (от 0 до 3х баллов). Оценку фенотипических признаков недифференцированной дисплазии соединительной ткани проводили по стандартной методике [4]. Вероятность выявленных

изменений определяли параметрическими и непараметрическими методами вариационной статистики.

Результаты и обсуждение

Все больные, с признаками и без признаков дисплазии соединительной ткани, имели морфологически подтвержденные атрофические и неатрофические гастриты, ассоциированные с хеликобактерной инфекцией. При детальном анализе данных об атрофических изменениях, наблюдалось существенное преобладание атрофии среди пациентов с НДСТ. Так, среди 34 больных с атрофическими гастритами (45,9%) сочетание атрофии в антральном отделе и теле желудка наблюдалось у 11 человек, у 9 — атрофию обнаружили лишь в теле и у 14 — в антральном отделе. Среди 7 обследованных без НДСТ (12,1%) сочетание атрофии в теле и антральном отделе желудка наблюдалось только в 2-х случаях, а в теле желудка — в 1 случае. Кишечная метаплазия в антральном отделе регистрировалась до лечения у 19 человек с НДСТ (25,7%), причем у двоих она сочеталась с интестинальной метаплазией в теле желудка. В группе больных без НДСТ интестинальная метаплазия встречалась в 3-х случаях (5,2%) и только в антральном отделе. Существенное преобладание атрофических изменений у больных с НДСТ по сравнению с больными без признаков НДСТ может свидетельствовать о роли дисплазии соединительной ткани в развитии и прогрес-

сировании атрофических изменений наряду с персистенцией *H. pylori*.

В контрольной группе антихеликобактерная схема с кларитромицином, амоксициллином и эзомепразолом имела эрадикационную эффективность — 82,8%. У всех пациентов контрольной группы до лечения наблюдались выраженные воспалительные изменения в антральном отделе. В теле желудка активность воспалительного процесса была несколько меньше, но существенно не отличалась от показателя в антральном отделе. Гистологические изменения слизистой оболочки желудка у 64 пациентов до и после назначения антихеликобактерной терапии демонстрируют несущественное снижение активности воспалительного процесса в обоих топографических областях как у пациентов с ХГ без НДСТ, так и при ХГ с НДСТ (рис. 1).

Среди 68 человек основной группы эрадикационная эффективность антихеликобактерной схемы, включающей эзомепразол, амоксициллин, кларитромицин и коллоидного висмута субцитрат составила 88,2%, что достоверно не превышает показатель полученный при лечении тройной схемой в контрольной группе. До назначения антимикробного лечения у всех пациентов основной группы отмечались гистологические изменения в антральном отделе, и частично — в теле желудка.

При сравнении активности воспалительного процесса у всех больных наблюдалась несущественная разница между показателями тела и антрального отдела.

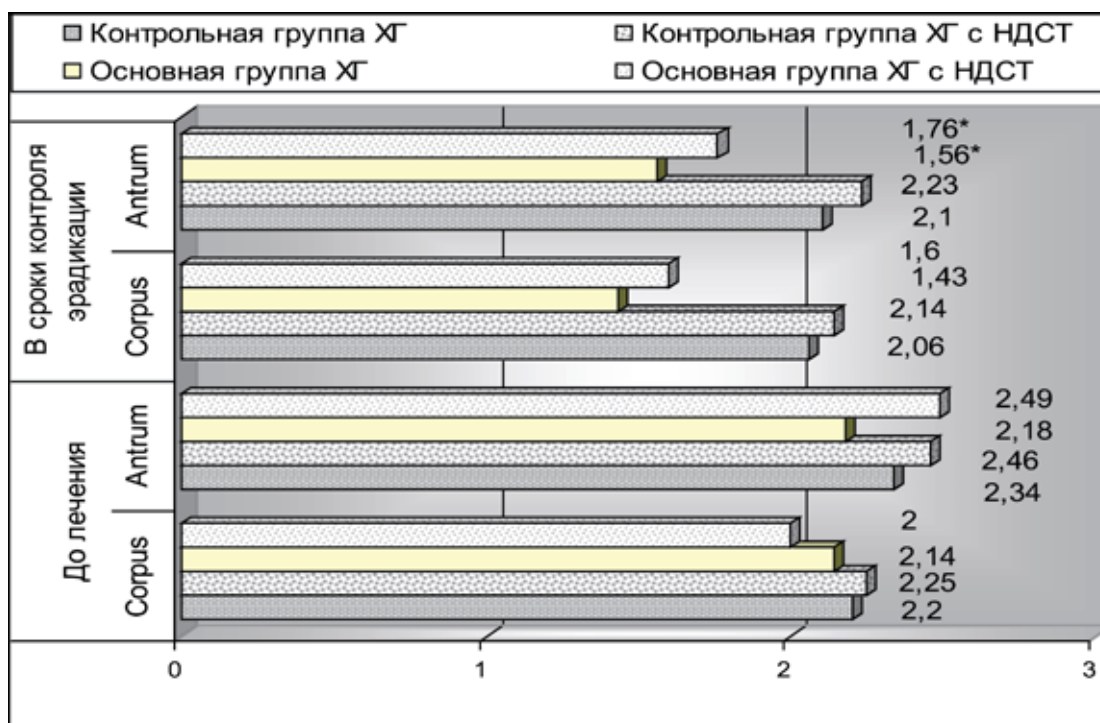


Рис. 1. Гистологические изменения слизистой оболочки желудка на фоне лечения в зависимости от наличия или отсутствия НДСТ

Примечание. * — Достоверная разница с аналогичным показателем ($p < 0,05$), полученным до лечения.

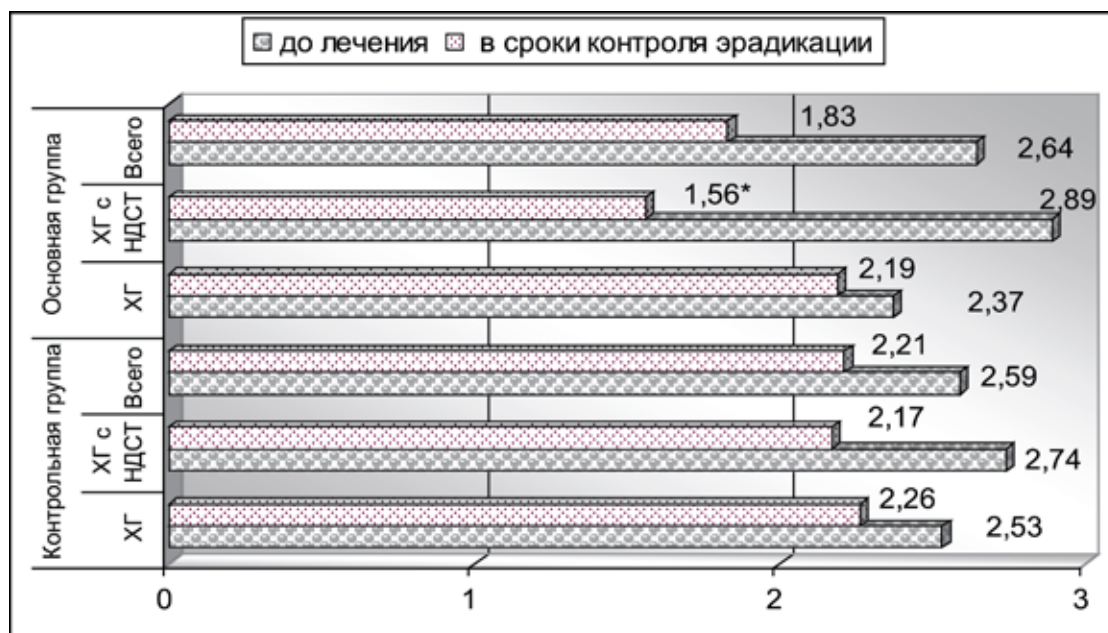


Рис. 2. Динамика атрофии антрального отдела желудка на фоне лечения у пациентов основной и контрольной групп в зависимости от наличия или отсутствия НДСТ

Примечание. * — достоверная разница с аналогичным показателем ($p < 0,05$) полученным до лечения.

Активность воспалительного процесса в антральном отделе у больных с НДСТ была выше, чем у пациентов без НДСТ. Однако, при сравнении этих данных с динамикой гистологических изменений в контрольной группе по топографическим отделам и наличию фенотипических стигм разницы не обнаружено. Общие показатели также указывают на несущественное преобладание степени активности гистологических изменений в теле по сравнению с антральным отделом в основной группе.

Морфологические показатели, полученные в сроки контроля эрадикации, свидетельствуют об общем снижении активности воспалительного процесса как в теле, так и в антральном отделе вне зависимости от наличия стигм дисэмбриогенеза. Наблюдается достоверное ($p < 0,05$) снижение степени активности воспалительного процесса у пациентов основной группы (рис. 1). Важно отметить, что у пациентов контрольной группы такой динамики не зарегистрировано. Этот факт дополнительно свидетельствует о большей эффективности антихеликобактерной схемы с висмутом, чем схемы, которая применялась в контрольной группе.

Кроме активности воспалительного процесса привлекает внимание динамика атрофических изменений (рис. 2). В целом, этот показатель имел тенденцию к несущественному снижению. Однако, при более детальной оценке, выявлены достоверные различия ($p < 0,05$) между данными

полученными до лечения и в сроки контроля эрадикации в зависимости от наличия стигм дисэмбриогенеза, характерных для НДСТ. Этот факт можно объяснить с одной стороны цитопротекторным эффектом препарата коллоидного висмута в антихеликобактерной схеме, а с другой стороны — большим процентом больных с неопределёнными атрофиями при НДСТ.

Положительные изменения гистологической картины у пациентов основной группы свидетельствуют о высокой цитопротекторной эффективности назначенной антихеликобактерной схемы, которая состоит из эзомепразола, амоксициллин, кларитромицина и коллоидного висмута. Полученные данные свидетельствуют о бесспорной патогенетической роли дисплазии соединительной ткани в развитии и прогрессировании атрофических изменений, наряду с хеликобактерной инфекцией.

Выводы исследования

Учитывая высокий процент атрофических изменений слизистой оболочки желудка у больных с признаками НДСТ рекомендуется проводить оценку эрадикации инвазивными методами и дифференцировать истинные атрофии и неопределённые атрофии после курса антихеликобактерной терапии с обязательным использованием препарата коллоидного висмута.

Литература:

1. Аруин, Л. И. Международная классификация хронического гастрита: что следует принять и что вызывает сомнения // Л. И. Аруин, А. В. Кононов, Мозговой С. И. // Арх. пат. — 2009. — Вып. 4. — с. 11–18.

2. Земцовский, Э.В. Малые аномалии сердца и диспластические фенотипы/Э.В. Земцовский, Э.Г. Малев // СПб.: Изд-во «ИВЭСЭП», 2011. — 160 с.
3. Кононов, А.В. Морфогенез атрофии слизистой оболочки желудка как основа фенотипа хронического гастрита/А.В. Кононов, С.И. Мозговой, М.В. Маркелова, А.Г. Шиманская //Арх. пат. — 2011. — Вып. 3. — с. 26–31.
4. Наследственные нарушения соединительной ткани. Российские рекомендации, разработанные комитетом экспертов Всероссийского научного общества кардиологов. — Москва, 2012. — 76 с.
5. Beighton, P. Ehlers-Danlos syndromes: Revised nosology, Villefranche, 1997/P. Beighton, A. De Paepe, B. Steinmann, P. Tsipouras, R.J. Wenstrup //American Journal of Medical Genetics. — 1998. — Vol. 77, № 1. — P. 31–37.
6. Grahame, R., Bird H. A., Child A. The revised (Brighton, 1998) criteria for the diagnosis of benign joint hypermobility syndrome (BJHS)/R. Grahame, H.A. Bird, A. Child // Journal of Rheumatology. — 2000. — Vol. 27, № 7. — P. 1777–1779.
7. Goldenring, J.R. Oxyntic atrophy, metaplasia, and gastric cancer/J.R. Goldenring, K.T. Nam // Prog. Mol. Biol. Transl. Sci. — 2010. — Vol. 96. — P. 117–131.
8. Rugge, M. OLGA staging for gastritis: a tutorial/M. Rugge, P. Correa, F. Di Mario et al. // Dig. Liver Dis. — 2008. — Vol. 40, № 8. — P. 650–658.

ВЕТЕРИНАРИЯ

Изучение патогенных свойств бактерий рода *Citrobacter*, выделенных из объектов подлежащих ветеринарному контролю

Тимченко Оксана Васильевна, соискатель
Полтавская государственная аграрная академия (Украина)

*В статье приведены результаты бактериологических исследований объектов, а именно продовольственного сырья и кормов для животных, которые подлежат ветеринарному контролю, с целью индикации и изучения патогенных свойств бактерий рода *Citrobacter*. В результате анализа исследований установили, что частота выделения цитробактерий составляет 22,57% от общего количества бактерий группы кишечной палочки, при этом 23,75% цитробактерий обладали патогенными свойствами.*

Ключевые слова: *Citrobacter*, патогенные свойства, объекты ветеринарного контроля.

Высокий уровень защиты здоровья населения путем обеспечения гарантий безопасности сырья и пищевых продуктов для потребителей, как людей, так и животных, является одной из основных задач законодательства каждой страны. Вопрос повышения качества продуктов питания и кормов для животных всегда является актуальными. Согласно минимальному перечню, государственным стандартам Украины, а также техническим условиям на продовольственное сырье, продукты питания, и корма для животных, среди микробиологических показателей безопасности нормируются бактерии группы кишечной палочки, в том числе, и, бактерии рода *Citrobacter*.

За результатами исследований цитробактерии являются убиквитарными, то есть широко распространенными [1, 7]. Некоторые ученые относят их к нормофлоре кишечника, так как они нередко выделяются и у практически здоровых людей [1]. Эти микроорганизмы относятся к «опортунистическим» энтеробактериям и в дальнейшем могут иметь значение в патологическом процессе человека, животных и рыб. Некоторые серологические варианты этих бактерий могут вызвать спорадические случаи и вспышки заболеваний, протекающих по типу гастроэнтеритов, диспепсий или пищевых токсикоинфекций (Рагинська В. П., 1969, 1973; Sedlak J., 1968).

Цитробактерии — мелкие палочки, размером 2–6 x 1,0 мкм, по Грамму негативные, в основном подвижные благодаря перетрихальным жгутикам, спор и капсул не образуют, в мазках размещены парами и одиночно [1, 6, 7]. Факультативные анаэробы, хемоорганотрофы, обладают свойствами дыхательного и бройдильного метаболизма [7]. Оптимальная температура их роста 37,0 С, рН 7,2. Хорошо растут на обычных питательных средах. Род

Citrobacter объединен в группу ферментативно приближенных бактерий, которые связаны благодаря свойствам утилизировать цитрат и использовать его в качестве единственного источника углерода (*citrus* — лимон, *bacter* — мелкие палочки). Название этих бактерий предложили С. Werkman. G. Gillen (1932), а также И. Е. Минкевич (1948) [1, 6].

В литературных источниках ветеринарии мы не нашли данных касательно патогенных свойств цитробактерий, поэтому целью нашей научной работы было выделение из объектов ветеринарного контроля бактерий рода *Citrobacter* и изучение их патогенных свойств, среди которых свойства продуцировать ДНК-азу, лецитиназу, гемолитические и вирулентные особенности.

В работе использованы результаты наших научных исследований пищевых продуктов, продовольственного сырья и корма для животных подлежащих ветеринарному контролю, проведенных в течение 2009–2013 годов.

Индикацию и идентификацию проводили в соответствии с общепринятыми методами бактериологических исследований [1, 2, 3, 5].

Всего исследовано 659 образцов. Из 452 проб изолировано бактерии группы кишечных палочек (БГКП). Среди выделенных БГКП к цитробактериям отнесли по культуральным и биохимическим свойствам 102 (22,57%) культур из 98 (14,87%) проб.

Подтвержденные изоляты рода *Citrobacter* исследовали на присутствие ДНК-азной, лецитиназной и гемолитической активности, а также изучали вирулентность на белых лабораторных мышках.

ДНК-азную активность проверяли путем посева чистой культуры опытных цитробактерий на мясопеп-

тонном агаре с дезоксирибонуклеиновой кислотой (ДНК спермы рыбы) и хлористым кальцием. В агаре вырезали асептически колодцы диаметром 5,0 мм, на расстоянии друг от друга 1,0 см. Суточные бульонные культуры цитробактерий вносили пипеткой по 1 капле в эти колодцы. Также, засеивали полосками на поверхность ДНК-агара. Засеянные чашки помещали в термостат и инкубировали при $37 \pm 1^\circ\text{C}$ в течение 18 и 24 ч, при этом периодически просматривали посевы. Лецитиназную активность определяли на питательном агаре с 1% глюкозой и с желтком куриного яйца. Изолированные колонии суточных культур цитробактерий высевали штрихом бакпетлей на поверхность питательной среды, культивировали в течение 24–48 часов при температуре $37 \pm 1^\circ\text{C}$. Гемолитические свойства цитробактерий определяли на питательном агаре с 5% бараньей кровью. На чашку кровяной среды наносили культуры полосками. Культивировали посевы при температуре $37 \pm 1^\circ\text{C}$ в течение 24 час. Биопробу проводили введением внутрибрюшинно белым мышам в возрасте 14–18 дней, в дозе 0,5 млрд мк. кл. (0,5 см³) смывной жидкости с МПА.

На мясо — пептонном агаре с дезоксирибонуклеиновой кислотой, после добавления 3% раствора соляной кислоты на колонии, у 48,88% случаев появлялась прозрачная зона диаметром 5–7 мм, что свидетельствовало

о наличии ДНК — азы в культуре цитробактерии. Культуры цитробактерий на глюкозо — желточном агаре проявляли лецитиназную активность в виде прозрачного венца вокруг колонии у 38,33% культур. При этом отметили, что за частую, лецитиназные свойства имели те культуры, которые обладали ДНК — азой.

43,75% культур опытных бактерий рода *Citrobacter* проявляли неполное разрушение эритроцитов, то есть обладали — гемолизом.

Гибель белых мышей наблюдали в течении 3 суток у 23,75% случаев. При патологоанатомическом вскрытии павших животных обнаружили вздутие желудка и частично кишечника.

В результате исследований установили, что при бактериологических исследованиях объектов (продовольственного сырья и кормов для животных), которые подлежат ветеринарному контролю, среди выделенных из них бактерий группы кишечных палочек встречаются бактерии рода *Citrobacter* в 22,57%, из них патогенных — 23,75%. Патогенные особенности полевых штаммов *Citrobacter* spp. выражались в ДНК-азной и лецитиназной активности в 48,88% и 38,33% соответственно, владели альфа-гемолизином — 43,75% и вирулентностью на белых мышях — 23,75% случаев.

Литература:

1. Голубева, И. В. Энтеробактерии/И. В. Голубева, В. А. Килесов, Б. С. Киселева // Руководство для врачей. — М.: Медицина, 1985. — 321 с.
2. Инструкция о порядке расследования учета и проведения лабораторных исследований в учреждениях санитарно-эпидемиологической службы при пищевых отравлениях № 1135–75. Москва, 1975. — 130 с.
3. Мікробіологія харчових продуктів і кормів для тварин. Горизонтальний метод виявлення *Salmonella*: ДСТУ EN 12824:2004. — [Чинний від 2005–07–01]. — К.: Держспоживстандрт України, 2005. — 20 с.
4. Ожердова, Н. А. Особенности проявления цитробактериоза рыб./монография; Ставрополь.: Агрус, 2007. — 100 с.
5. Определитель бактерий Берджи. Т. 1./Под ред. Дж. Хоулта, Н. Крича, П. Снита и др.-М.:Мир, 1997. — 432 с.

ГЕОГРАФИЯ

Значение геоморфологических факторов в распределении высокогорных ландшафтов Дагестана

Абдулжалимов Артем Александрович, аспирант
Дагестанский государственный педагогический университет (г. Махачкала)

В статье рассматривается распределение высокогорных ландшафтов Дагестана по гипсометрическим отметкам и крутизне склонов. Проведенный анализ показал, что Высокогорный Дагестан характеризуется наиболее разнообразными условиями.

Ключевые слова: *Высокогорный Дагестан, гипсометрия, дистанционное зондирование, крутизна склона, ландшафт, природно-территориальный комплекс (ПТК), пространственная структура ландшафтов.*

Высокогорья занимают юго-западную, наиболее высокую, часть Северо-Восточного Кавказа и образованы частью Главного Кавказского (Водораздельного) хребта, звеньями Бокового хребта и расположенными между ними межгорными депрессиями. Общее простираение высокогорий Северо-Восточного Кавказа с запада-северо-запада на восток-юго-восток. В пределах Дагестана к высокогорьям приурочены бассейны верхних и средних течений Андийского, Аварского, Кара- и Казикумухского Койсу, Самура и Гюльгерычая. Ландшафтное разнообразие высокогорий связано со сложной палеогеографией, горообразовательными процессами, оледенением, взаимодействием с флорой и фауной многих биогеографических областей, колебаниями и изменениями климата, которые привели к большому разнообразию геолого-геоморфологических условий, характера рельефа, формирования местных циркуляций воздушных масс, включая сезонную изменчивость погодно-климатических условий [1; 2].

Антропогенные воздействия на ландшафты, приведя к потере сложности структуры и биологической продуктивности, в то же время способствовали появлению многих новых видов растений, введенных в культуру или случайно занесенных в регион. Ландшафтное и биогеоценотическое разнообразие требует учета при планировании размещения сельскохозяйственного производства, создании селитебных комплексов [11; 12].

Территория Высокогорного Дагестана характеризуется большим разнообразием природных условий и природно-территориальных комплексов (ПТК). Отличительной

чертой этой территории Дагестана является своеобразная структура высотной поясности, обусловленная расширением здесь за счет дагестанского тектонического клина горного сооружения Кавказа [8]. Значительная высота хребтов (до 4466 м) в сочетании со своеобразным климатом приводят к формированию здесь пространственной структуры ландшафтов, отличающейся от соседних частей горного сооружения. Большинство авторов [3–7; 10], составивших карты на территорию Северо-Восточного Кавказа и его отдельных частей, выделяют здесь только одну классификационную единицу (класс) ландшафтов — горные, соответствующую горным мегаформам рельефа.

В этой связи возникает необходимость проанализировать показатели рельефа, которые в наибольшей степени влияют на формирование ландшафтной структуры района исследования, а именно — высотные отметки и уклоны склонов. Территория Высокогорного Дагестана выделяется как самостоятельный ландшафтный пояс [9].

Распределение высокогорного ландшафтного яруса Дагестана по гипсометрическим отметкам и крутизне склонов иллюстрируют рисунок 1 и таблицы 1 и 2.

Высокогорный Дагестан располагается преимущественно в интервале высот от 2000 до 4466 м, так как на долю этого высотного интервала приходится более 80 % территории. Что касается уклона, то здесь наиболее часто встречаются поверхности с уклоном от 15–20 до 35–40°, доля которых составляет 78%. Несмотря на это, здесь нередко встречаются склоны крутизной до 6–8°, но доля наиболее крутых склонов все же выше, чем доля более пологих.

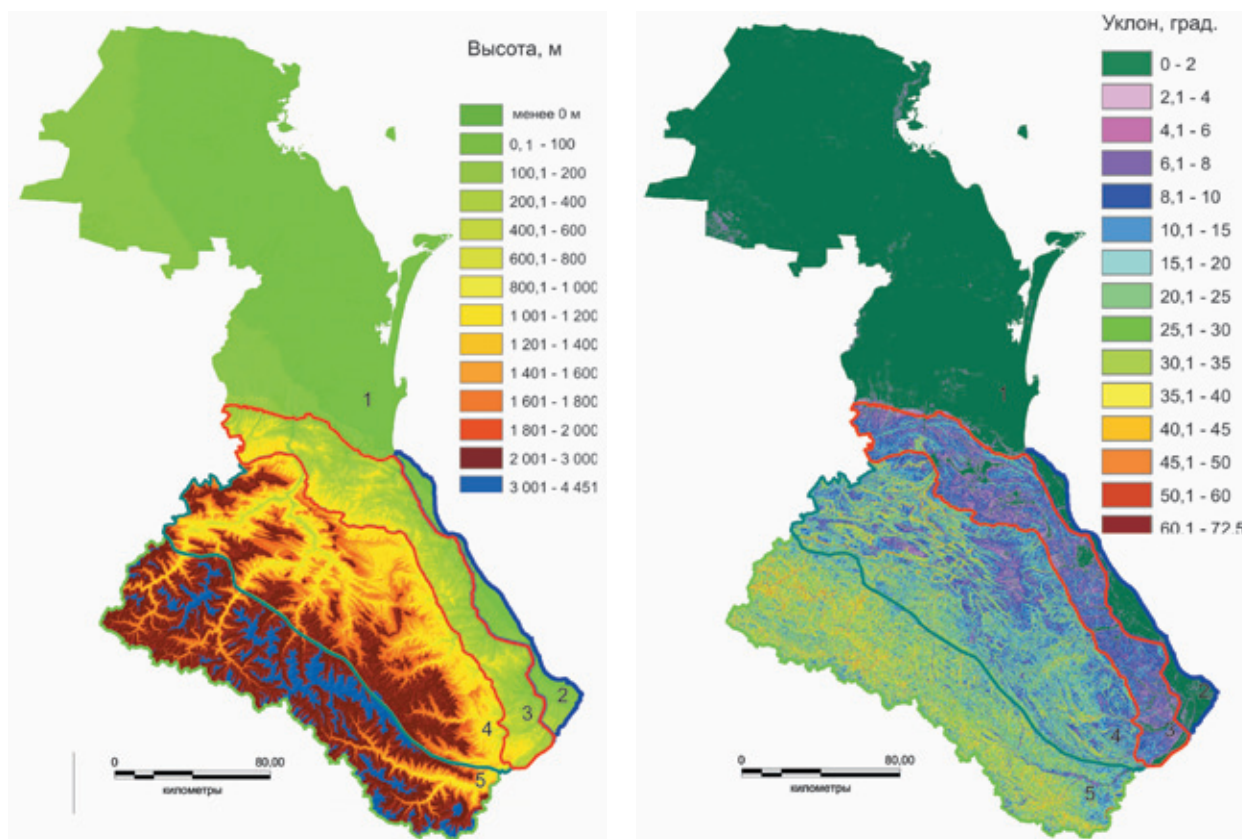


Рис. 1. Высотные отметки и крутизна склонов высокогорного ландшафтного яруса (5) в пределах Дагестана [9]

Таблица 1. Гипсометрические отметки высокогорного ландшафтного яруса на территории Дагестана [по 9]

Высота, м	Высокогорный ярус	По Дагестану в целом
менее 0	-	14633
0–100	-	8557
100–200	-	815
200–400	-	2124
400–600	-	1858
600–800	-	1368
800–1000	68	1250
1000–1200	110	1529
1200–1400	182	1708
1400–1600	299	1760
1600–1800	476	1873
1800–2000	691	2090
2000–3000	5636	8550
3000–4466	2166	2204
	9629,0	50320

Таблица 2. Крутизна склонов в пределах высокогорного ландшафтного яруса Дагестана [9]

Уклон	Высокогорный ярус	По Дагестану в целом
0–2	32	23710
2–4	60	1827
4–6	99	1636
6–8	139	1671
8–10	187	1675
10–15	740	4033
15–20	1160	3716

20–25	1531	3433
25–30	1798	3135
30–35	1793	2639
35–40	1293	1749
40–45	607	802
45–50	157	225
50–60	31	63
Более 60	2	5
	9629	50320

Литература:

1. Абдулаев, К. А., Атаев З. В., Братков В. В. Современные ландшафты Горного Дагестана. Махачкала, ДГПУ, 2011. 116 с.
2. Атаев, З. В. Географические особенности формирования и пространственной дифференциации природно-территориальных комплексов горного Дагестана // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: География. Геоэкология. 2004. № 4. с. 35–39.
3. Атаев, З. В. Морфологические и морфометрические особенности хребтов Высокогорного Дагестана // Труды Географического общества Республики Дагестан. 2006. № 34. с. 48–54.
4. Атаев, З. В. Ландшафты Высокогорного Дагестана и их современное состояние // Известия Дагестанского государственного педагогического университета. Естественные и точные науки. 2007. № 1. с. 90–99.
5. Атаев, З. В. Роль орографического каркаса в формировании ландшафтного разнообразия Высокогорного Дагестана // Естественные и технические науки. 2008. № 2. с. 242–251.
6. Атаев, З. В. Высокогорный Дагестан — перспективный район развития научного и экологического туризма на Кавказе // Вестник тюркского мира. 2010. № 2 (2). с. 81–91.
7. Атаев, З. В. Ландшафтно-экологические особенности Высокогорного Дагестана // Проблемы развития АПК региона. 2011. Т. 7. № 3. с. 9–16.
8. Атаев, З. В. Орография высокогорий Восточного Кавказа // Географический вестник. 2012. № 2. с. 4–9.
9. Атаев, З. В. Применение ГИС-технологий в морфометрическом анализе ландшафтов горно-равнинной контактной полосы (на примере Северо-Восточного Кавказа) // Мониторинг. Наука и технологии. 2012. № 2. с. 30–36.
10. Атаев, З. В. Высокогорные хребты как орографический элемент ландшафта Восточного Кавказа // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2012. № 10. с. 319–325.
11. Атаев, З. В., Абдулаев К. А., Братков В. В. Ландшафтное разнообразие Высокогорного Дагестана // Юг России: экология, развитие. 2007. № 2. с. 104–109.
12. Атаев, З. В., Магомедова А. З. Ландшафтно-экологические особенности трансграничного Гутонского горного узла на Восточном Кавказе и проблемы регионального природопользования // Юг России: экология, развитие. 2006. № 4. с. 81–93.

К 175-летию Николая Михайловича Пржевальского

Чертков Павел Владимирович, кандидат географических наук, старший преподаватель
Кубанский государственный университет, филиал в г. Новороссийске

Всему миру известен величайший путешественник XIX века Николай Михайлович Пржевальский (1839–1888).

Ученые всех стран единодушно признают его исключительные заслуги перед географией; позднейшие географы рассматривают пору его деятельности как особую эпоху в познании земли.

Современный английский ученый Дж. Бейкер, автор книги по истории географии, пишет о Пржевальском:

«Его путешествия, начавшиеся в 1871 году и оборвавшиеся с его смертью в 1888 году, в корне изменили карту Центральной Азии. Его деятельность требует особого рассмотрения, и ее можно считать поворотным пунктом во всей истории исследования этого района. Поэтому мы и делим историю исследования Центральной Азии на три этапа: до, во время и после Пржевальского».

В 1867 году молодой преподаватель географии и истории Варшавского военного училища Николай Михай-

лович Пржевальский обратился в Географическое общество с проектом экспедиции в Среднюю Азию. За плечами автора проекта была служба в армии, прохождение курса в Военной академии. Им было составлено «Военно-статистическое обозрение Приамурского края», был написан учебник по общей географии; первый труд открыл молодому ученому двери Географического общества, второй, выдержав несколько переизданий, показал, что автор его — способный популяризатор науки.

И все же опытный путешественник и исследователь П.П. Семенов-Тянь-Шанский отклонил проект Пржевальского, он посоветовал Пржевальскому сначала проявить себя в изучении неизведанных местностей Уссурийского края.

Пржевальский принял предложение Семенова.

Он отправился в далекий путь с самыми скромными средствами. Единственное, чем был он снабжен в изобилии, — это охотничьи припасы, порохом и дробью. Путешествуя по краю, богатому дичью, он, будучи метким стрелком, не знал нужды в продовольствии и мог не возить за собой запасы продуктов.

Двигаясь по узким горным выючным тропам, плывя по диким лесным рекам, продираясь сквозь чащи, молодой исследователь вел записи, неустанно собирал коллекции.

Пржевальский был восхищен богатством природы Уссурийского края.

Особенно поразило путешественника удивительное соседство южных и северных растительных и животных форм.

Возвращаясь из своей первой экспедиции, Пржевальский вез богатейшие научные трофеи. Здесь были коллекции жуков и бабочек, чучела птиц, гербарии.

В 1870 году выходит в свет книга «Путешествие в Уссурийском крае», получившая очень высокую оценку и у специалистов-ученых и в широких кругах русского общества.

Восторженный прием был оказан Пржевальскому в Географическом обществе. Его выдающийся талант исследователя, его энергия, смелость, умение преодолевать трудности — качества, необходимые для путешественника, — были очевидны. Трудный экзамен, данный Семеновым-Тянь-Шанским, Пржевальский выдержал блестяще. Теперь могла осуществиться его мечта — побывать в центре Азии.

В конце 1870 года Пржевальский выступил во главе небольшого отряда из пограничного забайкальского города Кяхты на Ургу (Улан-Батор). Далее путь лежал к Калгану через безводную, каменистую пустыню Гоби. Отсюда по густонаселенным местам экспедиция дошла до Пекина, где полтора месяца шла подготовка к походу.

В сопровождении трех спутников Пржевальский покидает Пекин.

Двигаясь по юго-восточной части Гоби, маленький отряд вышел к берегам большого озера Далай-нор. По пути Пржевальский вел съемку местности, определяя высоты. Прошло всего два месяца странствий, но путешественник уже сделал важные открытия: оказалось, что на карте Риттера, составленной по разнообразным

источникам, обозначены возвышенности, которых нет в действительности. Пржевальский сообщал Географическому обществу: «Гора «Пе-ча», упоминаемая Риттером как высочайшая в этой части Монголии, действительно не существует. Я взобрался на многие вершины, с которых горизонт открывался далеко на все стороны, но нигде не видал особенно выдающегося пика».

Отряд снова посетил Калган. Отсюда путь лежал на запад, к истокам великой китайской реки Хуанхэ. Пржевальский стремился посетить бассейны озер Куку-нор и Лоб-нор.

Недостаток средств заставил путешественника вернуться в Калган. К этому времени экспедиция располагала уже обширными научными материалами: картами глазомерной съемки пути, записями температуры воздуха, воды и почвы, данными об абсолютных высотах и земном магнетизме и, наконец, коллекциями животного и растительного мира.

В Калгане отряд пополнил свои денежные средства и снова двинулся к горному озеру Куку-нор.

25 октября 1872 года был торжественный день: взорам утомленных путников открылось огромное голубое зеркало Куку-нора. Пржевальский первым из европейцев вступил на берега озера.

От берегов Куку-нора Пржевальский пошел дальше — к центру Азии, к Тибету. В зимних условиях преодолев несколько хребтов, отряд поднялся на Тибетское плато. Здесь дневник пополнился новыми для науки сведениями о животном мире, о строении этой части горной страны. Очень важным достижением русского путешественника было исследование климата Центральной Азии. До Пржевальского наука о нем ничего не знала. Участникам экспедиции довелось на себе испытать все своеобразие тамошнего климата. Вот красноречивый отрывок из книги путешественника, показывающий условия жизни отряда на Тибетском нагорье: «...мороз стоит трескучий, да вдобавок к нему прямо навстречу дует сильный ветер. Сидеть на лошади невозможно от холода, идти пешком также тяжело, тем более неся на себе ружье, сумку и патронташ, что все вместе составляет выюк около двадцати фунтов (8 кг). На высокоом же нагорье, в разреженном воздухе каждый лишний фунт тяжести убавляет не мало сил; малейший подъем кажется очень трудным, чувствуется одышка, сердце бьется очень сильно, руки и ноги трясутся; по временам начинается головокружение и рвота. Ко всему этому следует прибавить, что наше теплое одеяние за два года предшествовавших странствий так износилось, что все было покрыто заплатами и не могло достаточно защищать от холода.... Очень часто случалось, что к полудню поднималась сильная буря, которая наполняла воздух тучами пыли и песку; тогда идти уже было невозможно, и мы останавливались, сделав иногда переход верст в 10 или того менее... После обеда... являлась новая работа. Так как все лужи и ручьи, за весьма редкими исключениями, были промерзшими до дна, а снегу также не имелось, то приходилось ежедневно таять два ведра воды для двух наших верховых лошадей (для вер-

блюдов же мы изредка мелко рубили лед, который она ели вместо снега). Затем наступало самое тяжелое для нас время — долгая зимняя ночь. Казалось, что после всех дневных трудов ее можно бы было провести спокойно и хорошо отдохнуть, но далеко не так вышло на деле. Наша усталость обыкновенно переходила границы и являлась истощением всего организма, при таком полуболезненном состоянии спокойный отдых невозможен. Притом же, вследствие сильного разрежения и сухости воздуха, во время сна всегда являлось удушье, вроде тяжелого кошмара, а рот и губы очень сохли».

Пржевальский дает и теоретическое объяснение особенностям климата Центральной Азии.

Прекрасную оценку заслуге русского исследователя в изучении климата Центральной Азии дал знаменитый русский климатолог А. И. Воейков. Он писал: «Пока продолжались его путешествия, просвещеннейшие и богатейшие страны Западной Европы соперничали в изучении Африки. Конечно, и изучению климата этой части света было уделено место, но наши знания о климате Африки подвинулись менее трудами этих многочисленных путешественников, чем наши знания о климате Центральной Азии, собранные одними четырьмя экспедициями Н. М. Пржевальского».

Из Северного Тибета отряд русского путешественника повернул в обратный путь. Усталые путники вновь преодолели пустыни Ала-Шань и Гоби. Но вот Урга, а затем и Кяхта, из которой почти три года назад отважный русский путешественник начал свой первый великий поход к центру Азии.

Позади были 11 тысяч километров пути по жарким безводным пескам, дразнившим путников миражами озер, по горным высотам, где не хватало воздуха для дыхания, по гигантским холодным плоскогорьям, встречавшим горстку смельчаков свирепыми бурями.

Пржевальский немедленно принялся за обработку дневников, коллекций, записей астрономических и магнитных наблюдений. Плодом его напряженной работы была книга «Монголия и страна тангутов».

Эту книгу встретили с восторгом не только специалисты-географы. Всем хотелось приобщиться к тому богатству знаний, которое добыл своим подвигом русский путешественник, и хотя бы мысленно, по книге, повторить его удивительный поход.

В книге Пржевальского соединены исключительная научная точность с захватывающей формой повествования, оригинальное преподнесение материалов с искренностью и теплотой, которыми веет от ее страниц.

Вскоре после выхода русского издания книга «Монголия и страна тангутов» была переведена на английский и немецкий языки. За границей она имела такой же, как и в России, успех.

Газеты быстро разносили по всему свету весть о подвигах русского исследователя.

А путешественник тем временем уже был готов к новому походу в Центральную Азию.

В 1876 году отряд из девяти человек во главе с Пржевальским вышел из пограничного Зайсанского поста через Кульджу вглубь Азии. Вначале дорога шла по плодородной, густонаселенной долине реки Или. Затем, перевалив хребет Тянь-Шань, русская экспедиция вышла к берегам реки Тарим и двинулась вниз по ее течению.

После нескольких недель трудного пути по горным ущельям и пустынным предгорьям путешественники вышли к заросшим камышом берегам таинственного озера Лоб-нор.

С законной гордостью записал русский путешественник: «Еще шаг в деле исследования Внутренней Азии: бассейн Лоб-нора, столь долго и упорно остававшийся в неведении, открылся наконец для науки.»..

Пржевальский выяснил, что Лоб-нор — это, в строгом смысле слова, не озеро, а разлив реки Тарим, по существу большое тростниковое болото. Это открытие произвело среди современных географов сенсацию. Многие из европейских авторитетов, ссылаясь на сведения, полученные из древних источников — китайских карт и преданий, вступили в спор с русским исследователем. Они утверждали, что Лоб-нор — озеро соленое, а не пресное, что оно должно находиться на один градус в сторону от того места, где обнаружил озеро Пржевальский. Но путешественник убедительно доказал свою правоту. Противоречия между старыми сведениями об озере Лоб-нор и открытиями Пржевальского нашли себе объяснение. Оказалось, что озеро блуждает по пустыне, перекочевывая с места на место из-за изменчивости направления течения реки, питающей его водой.

Достижением этой экспедиции Пржевальского было открытие и описание громадной горной цепи Алтын-таг, неизвестной дотоле науке. Оно имело принципиальное научное значение, так как по-новому освещало вопрос о северных границах Тибетского нагорья. Пржевальский установил, что граница этой огромной горной страны проходит на целых 300 километров севернее, нежели это предполагалось до него.

Экспедиция также обогатила науку новыми зоологическими и ботаническими коллекциями, сведениями по метеорологии. Были привезены ценные маршрутные съемки пройденного пути, материалы по этнографии народов, живущих в этом суровом крае. Успех второй экспедиции Пржевальского был признан и русскими и западноевропейскими географами как новое замечательное достижение науки. Академия наук избирает путешественника своим почетным членом, Берлинское географическое общество награждает его золотой медалью имени Александра Гумбольдта.

И снова, завершив отчеты о только что законченной экспедиции, Пржевальский отправляется в свое третье путешествие в глубь Центральной Азии. На этот раз его целью был Тибет.

В марте 1879 года из Зайсанского поста отправился караван экспедиции из 35 верблюдов и 5 верховых лошадей.

Путешественники без проводников прошли через мертвую пустыню Гоби.

Затем на пути встали могучие гряды горной системы Нань-Шаня. В этой стране Пржевальский открыл несколько новых хребтов. Радовала природа этих мест. Пржевальский записал у себя в дневнике: «...нигде во всей Центральной Азии (мы) не встречали столь очаровательной местности, как по среднему течению Тэтунг-гола. Здесь прекрасные обширные леса с быстротекущими по ним в глубоких ущельях ручьями, роскошные альпийские луга, устланные летом пестрым ковром цветов, рядом с дикими недоступными скалами и голыми каменными осыпями самого верхнего горного пояса, внизу же быстрый извилистый Тэтунг, который шумно бурлит среди отвесных каменных громад, — все это сочетается в таком грандиозном величии, местами в таких дивных, ласкающих взор формах, какие нелегко поддаются описанию. И еще сильнее чувствуется обаятельная прелесть этой чудной природы для путешественника, только что покинувшего утомительно-однообразные безжизненные равнины Гоби.»..

Но вот чудесная страна осталась позади. Отряд начал восхождение на великое Тибетское плато. Оно встретило путешественников сильнейшими ночными морозами, бурями, во время которых воздух наполнялся тучами пыли и песка.

Экспедиция в основном решила поставленные перед ней задачи. Впервые на карту положили те восемь тысяч километров, которые прошел отряд. Было открыто несколько новых, неизвестных дотоле горных хребтов в северной части Тибета. И на этот раз Пржевальский привез ценнейшие метеорологические наблюдения, позволившие выяснить причину бурь, свирепствующих в Центральной Азии. Экспедиция собрала обширные коллекции растений и животных. Среди экспонатов находилась шкура открытой в этой экспедиции дикой лошади, получившей в науке название лошади Пржевальского.

Итоги третьего путешествия Пржевальского в Центральную Азию обнародованы в его книге «От Зайсана через Хами и Тибет и на верховья Желтой реки». Книга переведена на многие языки.

В 1883 году, когда вышел в свет отчет о предыдущей экспедиции, Пржевальский, теперь уже всемирно известный путешественник, отправился в новое тибетское путешествие. Оно также оказалось исключительно плодотворным. Пржевальский открыл два больших озера — Джарин-нур и Орин-нур, из которых берет истоки великая китайская река Хуанхэ. На карту впервые были нанесены хребты Русский, Московский, Колумба, Зага-

дочный. Хребту Загадочному решением Русского географического общества было присвоено имя Пржевальского.

Едва закончив описание этого похода, неутомимый путешественник начал деятельно готовиться к новой экспедиции в Центральную Азию. Участники ее перед выходом в путь поселились в городке Караколе, недалеко от озера Иссык-куль. Внезапная тяжелая болезнь сломила могучий организм Пржевальского, и 20 октября 1888 года великого русского путешественника не стало. По завещанию его похоронили на высоком берегу озера Иссык-куль. Над могильным холмом был сооружен памятник. Город Каракол получил имя Пржевальск.

Поистине огромно научное наследство, оставленное Пржевальским. По определению академика В.А. Обручева, он «открыл для современной науки пути в Центральную Азию и Тибет».

В общей сложности маршруты экспедиций Пржевальского составляют более 33 тысяч километров. Им дана картина природы огромнейшей территории Центральной Азии.

После успешно проведенной первой экспедиции Пржевальского Русское географическое общество решило организовать ряд подобных экспедиций. Выдающимися исследователями Центральной Азии были Г.Н. Потанин (1835—1920) и М.В. Певцов (1843—1902).

Молодой офицер Григорий Николаевич Потанин в 1856 году встретился в Омске с П.П. Семеновым. Тот обратил внимание на пытливого молодого человека, мечтавшего о научной деятельности. Совместная работа с Семеновым помогла Потанину раскрыть свое дарование исследователя. Потанин переезжает в Петербург и поступает в университет.

В 1863—1864 годах в составе отряда астронома Струве Потанин совершает свое первое путешествие вдоль русско-китайской границы, между Алтаем и Джунгарским Алатау. Но деятельность ученого была, оборвана царским правительством, осудившим Потанина на каторжные работы за пропаганду идей культурного и экономического преобразования Сибири.

Только в 1874 году благодаря ходатайству Географического общества Потанин был освобожден и смог снова под руководством Семенова продолжать свою деятельность.

Географическое общество в 1876 году поручило Потанину руководство небольшим отрядом, отправившимся исследовать Северную Монголию. Два года странствований по Монгольскому Алтаю, Джунгарской Гоби и восточному Тянь-Шаню принесли богатые научные результаты. Экспедиция собрала ценные ботанические, зоологические и геологические коллекции, сведения по этнографии и экономике, выполнила маршрутные съемки.

Литература:

1. Болховитинов, В. Н., Буянов, А. Ф., Захарченко, В. Д., Остроумов, Г. Н. Рассказы из истории русской науки и техники. — М.; Молодая гвардия 1957. — с 404—410.
2. Муромов, И. А. 100 Великих путешественников. — М.; Вече 2003. — с 457—459.

ГЕОЛОГИЯ

Учет и разработка техногенных месторождений

Кошко Артем Александрович, студент
Тульский государственный университет

Рассмотрены задачи по разработке технологии извлечения, обработки и дальнейшего промышленного использования техногенных месторождений рек и водоемов, а так же вопрос об определении, учете и использовании земель, которые относятся к современным техногенным месторождениям.

Ключевые слова: *Металлургия, повторное использование ресурсов, техногенные месторождения.*

В настоящее время промышленное производство занимает очень важную роль в жизни общества. С каждым годом появляются новые предприятия, происходит перераспределение спроса и предложения на различные виды продукции. В то же самое время предприятия оказывают огромное влияние на окружающую среду. Происходит выработка природных ресурсов, образование, складирование или утилизация производственных отходов. Сегодня в мире все больше внимания уделяют вопросам рационального природопользования.

Данное направление имеет ряд острых проблем. Во-первых, необходимо внедрять новые технологии при добыче производственного сырья. Во-вторых, нужно реально оценивать уровень воздействия предприятий на биосферу. В-третьих, существует проблема по разработке и способам внедрения новых технологий в производство, которые могут сократить негативное влияние на окружающую среду.

Развитие повторного использования материалов в значительной степени сокращает расходы предприятий на сырье. Для отрасли металлургии, в связи с огромными объемами производства, вопрос о повторной переработке отходов особенно актуален. В настоящее время накопления загрязненных илов в донных отложениях представляет собой техногенные месторождения.

Особое внимание необходимо уделить вопросу разработки извлечения и промышленного использования донных отложений рек и водоемов, участвующих в процессе функционирования металлургических предприятий. Водная среда создает особые условия при отложении отходов, а именно:

- Значительная аккумуляция отложений.
- Относительно небольшой размер частиц отходов.

— Особые условия при увеличении глубины залегания.

— Неравномерность распределения илистых отложений в продольном и поперечном профиле поверхностных водотоков.

Вопрос о промышленном использовании донных отложений промышленных водоемов актуален по ряду причин:

- большое количество загрязненных территорий;
- степень выгоды для предприятий при разработке методов извлечения сырья из донных отложений
- улучшение экологического состояния окружающей среды
- повышение рекреационного потенциала водоемов

Возникает вопрос об определении, учете и оценке земель, которые можно отнести к современным техногенным месторождениям.

Статья 87 п. 3 ЗК РФ дает определение особым зонам, входящим в состав земель промышленности и иного специального использования:

В состав земель промышленности и иного специального назначения в целях обеспечения безопасности населения и создания необходимых условий для эксплуатации объектов промышленности, энергетики, особо радиационно опасных и ядерно-опасных объектов, пунктов хранения ядерных материалов и радиоактивных веществ, транспортных и иных объектов могут включаться охранные, санитарно-защитные и иные зоны с особыми условиями использования земель. [5]

Земельные участки, которые включены в состав таких зон, у собственников земельных участков, землепользователей, землевладельцев и арендаторов земельных участков не изымаются, но в их границах может быть введен особый режим их использования, ограничивающий или запрещающий те виды деятельности, которые несовместимы с целями установления зон. [5]

Определение зон с особым режимом использования описано так же и в статье 89 п. 1 — п. 2 ЗК РФ:

1. Землями промышленности признаются земли, которые используются или предназначены для обеспечения деятельности организаций и (или) эксплуатации объектов промышленности и права на которые возникли у участников земельных отношений по основаниям, предусмотренным настоящим Кодексом, федеральными законами и законами субъектов Российской Федерации. [5]

2. В целях обеспечения деятельности организаций и (или) эксплуатации объектов промышленности могут предоставляться земельные участки для размещения производственных и административных зданий, строений, сооружений и обслуживающих их объектов, а также устанавливаться санитарно-защитные и иные зоны с особыми условиями использования. [5]

Исходя из вышесказанного, актуальной является разработка технологии извлечения, обработки и дальнейшего промышленного использования техногенных месторождений рек и водоемов Тульской области.

Для достижения поставленных целей необходимо решить следующие задачи:

- определить среди земель промышленности и иного специального назначения земли, занятые техногенными месторождениями;

- обеспечить учет земель, занятых техногенными месторождениями;

- произвести комплексную экономическую оценку земель, занятых техногенными месторождениями, с учетом ресурсного потенциала техногенного месторождения.

- провести анализ особенностей накопления донных отложений, его гранулометрического и химического состава;

- разработать методы добычи, механической и химической обработки, временного хранения, транспортировки донных отложений и готового сырья предприятиям;

- построить модель очистного предприятия, способного выполнять функции и поставленные задачи в максимально короткие и финансово выгодные сроки;

- по разработанным методам и схемам построить очистное предприятие;

- реализовать добычу полезного сырья из донных отложений промышленных водоемов Тульской области;

- реализовать качественную, экономически выгодную, недолговременную обработку донных отложений;

- распространить разработанную технологию по другим регионам России.

Реализация данного проекта приведет к следующим результатам:

- обеспечение металлургических предприятий качественным дешевым сырьём;

- уменьшение транспортных расходов предприятий на доставку руды;

- улучшение экологического состояния как промышленных водоемов, так и региона в целом;

- повышение рекреационного потенциала региона;

План реализации проекта состоит из следующих частей:

- анализ особенностей накопления донных отложений, их гранулометрического и химического состава;

- сбор и транспортировка донных отложений;

- очистка, сортировка, переработка донных отложений;

- извлечение полезных ресурсов;

- транспортировка очищенного ила к месту первоначального его сбора;

Забор донных отложений происходит со дна водоемов, наиболее подверженных воздействию металлургического производства.

С помощью земснаряда, оснащенного специальной аппаратурой, донные отложения взмучиваются и собираются в транспортировочный отсек баржи, после чего перевозятся к очистному сооружению. Далее собранная смесь сбрасывается в очистной коллектор, где происходит её последовательная очистка и сортировка.

Крупный плавающий мусор (бумага, пластик, стекло, остатки пищи, полиэтилен, перо, резина) необходимо извлекать из воды в первую очередь, так как он пагубно влияет на трубы, каналы, насосы, затрудняет обработку осадка. Для освобождения от крупного мусора применяются разнообразные типы механизмов, основными из которых являются:

- стержневые решетки с ручной и механизированной очисткой прутьев

- ступенчатые решетки, ротационные диски

- ротационные барабаны, центрифуги.

Ротационные барабаны и диски, центрифуги используются не только для тщательного удаления крупного мусора, но и для удаления минеральных взвесей, песка, частично органических загрязняющих веществ, поэтому для переработки донных отложений в нашем случае эти механизмы не подходят. [1]

Для удаления крупного мусора необходимо использовать многоступенчатые решетки.

Принцип работы ступенчатых решеток состоит в процеживании сточных вод через пакеты ступенчатых пластин: неподвижных, закрепленных на раме решетки, и подвижных, совершающих плоскопараллельное вращение относительно неподвижных пластин (рис. 2) при помощи кривошипно-шатунного привода, установленного в верхней части решетки. Прозоры между пакетами неподвижных и подвижных пластин фиксируются при помощи специальных накладок. Благодаря круговым движениям подвижных пластин, задержанные отбросы поднимаются с одной ступени на другую, в верхнюю часть решетки, откуда поступают на сброс и дальнейшую транспортировку. Крюкообразная форма стержней ступеней предотвращает обратное попадание отбросов в поток сточных вод. Производительность такой решетки

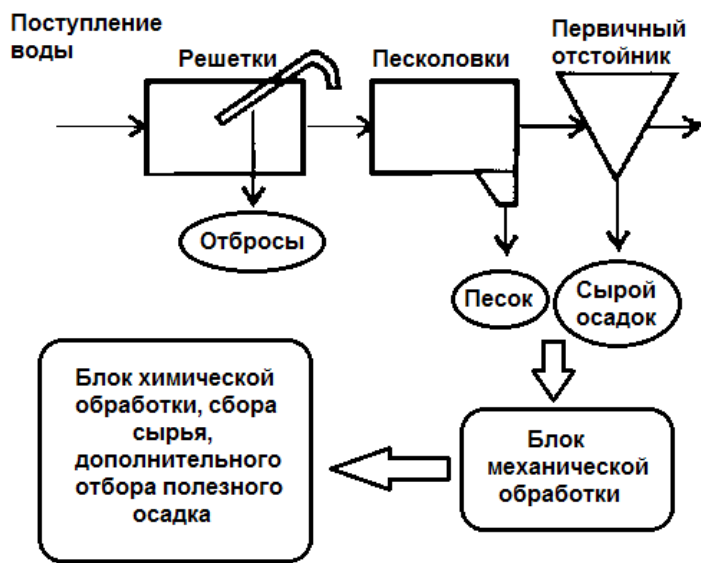


Рис. 1. Схема обработки донных отложений

от 650 до 5000 м³/ч, что подходит для поставленной нами задачи. [1]

Работа многоступенчатой решетки осуществляется, как правило, в циклическом режиме, но возможен и непрерывный режим работы. На рис. 2 показаны последовательные стадии движения решетки и вращения подвижных пластин. [1]

Для очистки засоров в решетке используется специальная щетка из капроновых прутков. Щетка вращается при помощи того же электродвигателя, который приводит в движение решетку. Эластичные прутки эффективно очищают засоры. [1]

Вода и донные отложения, освобожденные от крупного мусора, поступают в песколовки, назначение которых собрать частицы песка и крупных примесей размером 0,09–0,5 мм и более. Песколовки собирают частицы гравия, песка, шлака, бетона и т. п.

Так как большая часть обработки должна быть сконцентрирована на данной стадии очистки, то необходимо использовать целую систему тангенциальных песколовков.

В песколовках с циркулирующими потоками воды (к таким относятся тангенциальные) органические примеси подвешиваются во взвешенном состоянии и в осадок не выпадают. Благодаря создаваемым эффектам водоворотов в таких песколовках удается выделить из воды практически чистый песок мелких фракций (включая 0,15 мм) с влажностью осадка из песколовки не более 20%, и высокой зольностью (не менее 95%). В тангенциальных песколовках мелкие фракции песка отделяются от воды и осаждаются более эффективно. При этом песчинки всех размеров освобождаются от связанных с ними органических частиц. Количество частиц, собираемых такими песколовками, доходит до 92% от общего количества частиц в воде. [1]

В тангенциальных песколовках вода подается и движется по касательной (рис. 3). Скорость течения в тангенциальной песколовке от 0,6 до 0,8 м/с, время нахождения в ней сточных вод 30–50 с. При удовлетворительной работе песколовки удаляется песок разных фракций: 0,4–0,3 мм на 95%, 0,24 мм на 85% и 0,15 мм на 65%.

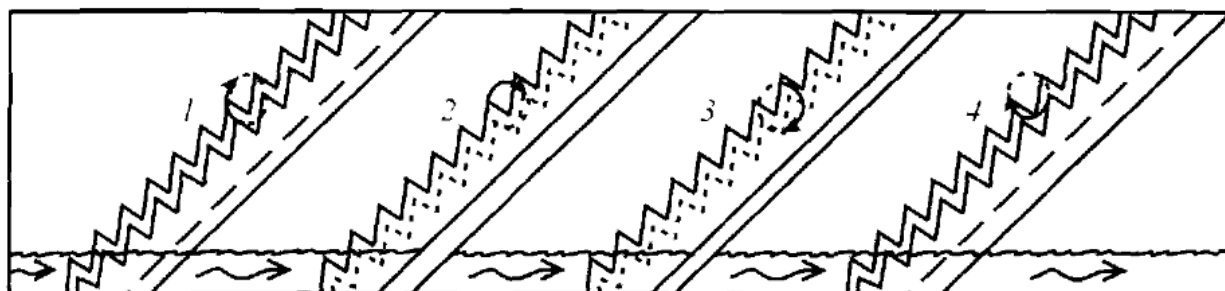


Рис. 2. Схема работы многоступенчатых решеток

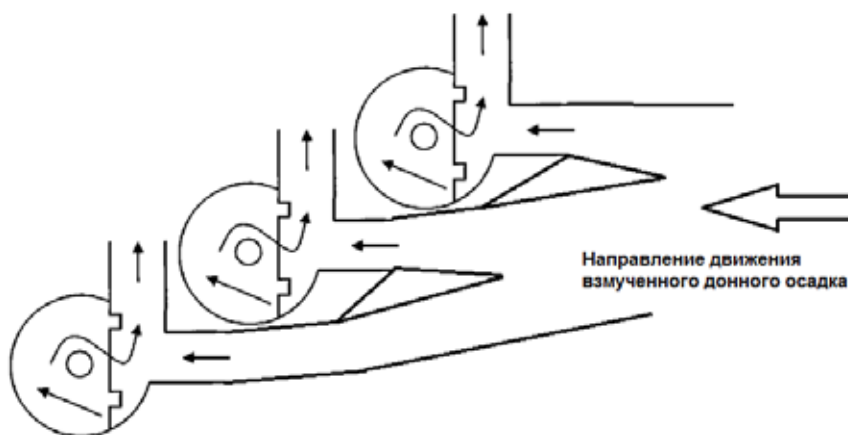


Рис. 3. Схема движения воды по системе песколовков

При использовании песколовков без вихревых потоков, непромытый песок может содержать до 50% органических веществ, что приводит при его хранении к загниванию и сопровождается неприятным запахом. Кроме того, органические вещества, агломерированные с песком, являются необходимым питательным субстратом ила и удаление их с песком нерационально, особенно на сооружениях, недогруженных по содержанию органики в сточных водах. Поэтому на сооружениях с неэффективно функционирующими песколовками необходима интенсификация их работы. [1]

Каждые 20–30 минут необходимо извлекать гравитационно отфильтрованные частицы со дна песколовков через специальные закрывающиеся отверстия и подвергать их просушке и дальнейшей обработке (рис. 1.5).

После сортировки песколовками донные отложения необходимо осушить и отделить из получившейся смеси полезные частицы железа, цинка, меди, никеля. Для этих целей необходимо использовать комбинацию из электроосмотического осушения, термической обработки и механической фильтрации.

Электроосмотическое осушение является одним из самых эффективных методов для осушения мягких водонасыщенных глинистых пород — глин, суглинков, супесей, мелко- и тонкозернистых песков, т.е. пород водонепроницаемых или слабопроницаемых в обычных условиях, практически не обладающих водоотдачей. Сущность его состоит в следующем. Если два электрода погрузить в глинистую породу и пропускать через нее постоянный электрический ток, то начнется движение воды к катоду, так как молекулы воды большей частью имеют положительный заряд. Это явление получило название электроосмоса благодаря тому, что одностороннее движение воды через пористую среду происходит под влиянием разности потенциалов электрического тока. [2]

При электроосмосе из породы отделяется не только свободная иммобилизованная и капиллярная вода, но частично и физически связанная. В связи с этим увеличивается эффективная пористость породы и как следствие этого повышается водопроницаемость в суглинках в 10–12 раз, а в глинах до 100 раз. Откачивая скапли-

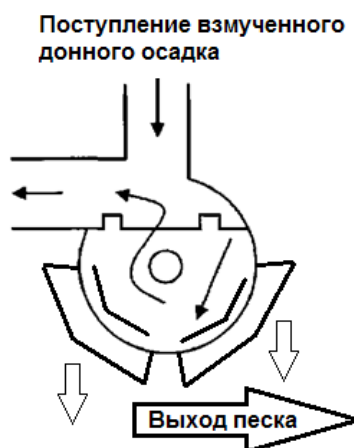


Рис 4. Схема выхода песка из песколовки

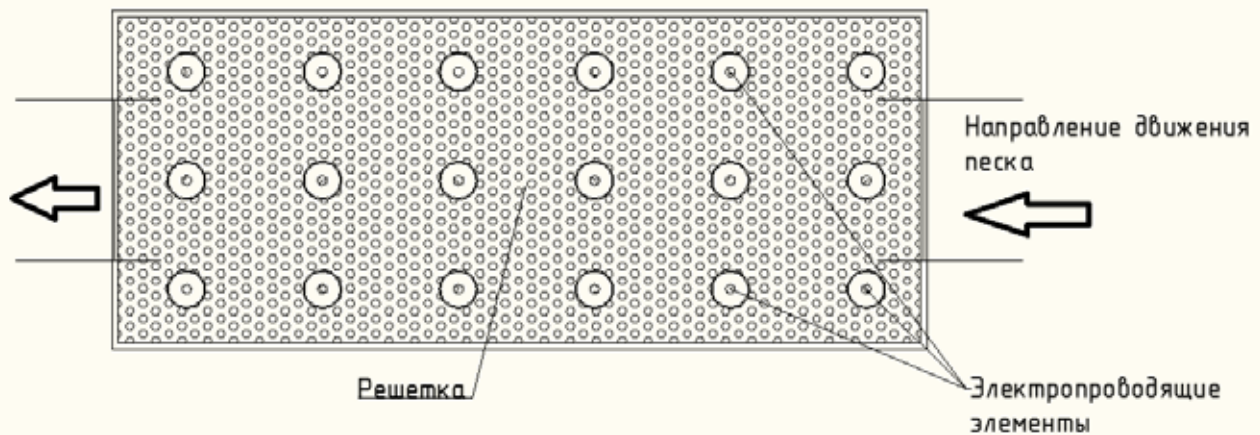


Рис. 5. Установка для электроосмоса

вающуюся воду, добиваются уменьшения влажности. Наблюдения показывают, что при электроосмосе развиваются явления электрофореза, т.е. движение отрицательно заряженных глинистых и коллоидных частиц к аноду, и другие физико-химические процессы. Так, например, при перемещении воды от анода к катоду переносятся и растворенные в ней ионы в том числе обменные ионы поверхностных слоев физически связанной воды. В результате этого в анодной зоне наблюдаются выделение и накопление ионов, содержащихся в воде, к которым относятся ионы меди, железа, никеля.

По мере накопления необходимо производить сбор металлов с поверхности проводящих элементов и с площади около них. [2]

Для расчета расхода воды, отделяющейся при электроосмосе, используют уравнение Гельмгольца [2]:

$$Q = s \cdot \frac{\xi DE}{4\pi\eta L}$$

где Q — количество воды, переносимое электроосмосом в единицу времени, $\text{см}^3/\text{с}$;

s — суммарная площадь поперечного сечения капилляров, см^2 ;

ξ — электрокинетический потенциал;

D — диэлектрическая постоянная воды;

η — коэффициент вязкости воды, $\text{м}^2/\text{с}$;

E — разность потенциалов между электродами;

L — расстояние между электродами.

Литература:

1. Жмур, Н. С. Технологические и биохимические процессы очистки сточных вод на сооружениях с аэротенками — М.: АКВАРОС, 2003 г. — 512 с.
2. Ломтадзе, В. Д. Инженерная геология. Инженерная петрология: учебник для вузов. — 2-е изд., перераб. и дополн. — Л.: Недра, 1984. — 511 с: ил.
3. «Социально-экономические и экологические проблемы горной промышленности, строительства и энергетики» — 6-я Международная конференция по проблемам горной промышленности, строительства и энергетики. Материалы конференции: ТулГУ, Тула, 2010, Т2, стр. 366–382.

При электроосмотическом осушении это уравнение преобразуют и представляют в следующем виде [2]:

$$Q = K_3 A$$

где Q — количество электроосмотически выделенной воды за время t ;

A — количество электричества за то же время, Кл;

K_3 — коэффициент электроосмоса, равный $\xi De / (4\pi\eta)$, где e — удельное электрическое сопротивление породы, Ом/см.

Метод электроосмотического осушения и в известной мере закрепления глинистых пород очень широко распространен в строительной практике.

Электроосмос необходимо комбинировать с термической и механической обработкой, а именно подсушивать и отделять мелкие глинистые и органические частицы.

Просушенный донный осадок дробится на мелкие частицы и проходит через механизм магнитной, механической и химической обработки.

На пути к следующему блоку обработки глинистые и мелкие пылеватые частицы просеиваются через мелкую решетку, расположенную внизу пропускного коллектора.

После прохождения всех степеней очистки донные отложения направляются в отстойник для дополнительной гравитационной фильтрации, после чего направляются в место их первоначального местонахождения.

4. «Социально-экономические и экологические проблемы горной промышленности, строительства и энергетики» — 8-я Международная конференция по проблемам горной промышленности, строительства и энергетики. Материалы конференции: ТулГУ, Тула, 2012, Т2, стр. 404–414.
5. Земельный кодекс РФ (ЗК РФ) от 25.10.2001 N 136-ФЗ

ЭКОЛОГИЯ

Виды негативного воздействия на окружающую среду и мероприятия по охране окружающей среды при строительстве (бурении) нефтегазоконденсатных скважин на севере Тюменской области (Ямало-Ненецкий автономный округ)

Исаев Иван Александрович, студент
Тюменский государственный нефтегазовый университет

Основой для настоящей статьи послужил анализ рабочих проектов на строительство нефтегазоконденсатных скважин в Ямало-Ненецком автономном округе на Уренгойском, Ямбургском, Медвежьем, Северо-Уренгойском, Термокарстовом, Западно-Таркосалинском месторождениях. Также с целью выявления наиболее значимых экологических аспектов при бурении скважин на севере Тюменской области проведен опрос специалистов экологической службы крупнейшего бурового предприятия, работающего в регионе, — филиала «Уренгой бурение» ООО «Газпром бурение». Кроме того, проведены беседы со специалистами данного предприятия в рамках осуществления производственного экологического контроля.

1. Виды негативного воздействия на окружающую среду при бурении скважин

1.1. Основные виды воздействия на земельные ресурсы и почвенный покров на стадии инженерной подготовки площадок и подъездных автодорог

Основными видами воздействия работ по бурению скважин на стадии инженерной подготовки площадок строительства скважин и подъездных автодорог является изъятие земель. Традиционная хозяйственная деятельность в районе строительства представлена, в основном, оленеводством, земли района, в том числе залесенные, используются как олени пастбища. Воздействие на земельные ресурсы и почвенный покров, в связи с изменением целевого использования, связано с предоставлением участка под строительство из земель сельскохозяйственного назначения. В результате чего происходит потеря продуктивных сельскохозяйственных угодий.

Воздействие на земельные ресурсы и почвенный покров при производстве земляных работ заключается в:

- техногенном нарушении мезорельефа, вызванном профилированием площадок под строительство скважин и подъездных автодорог;
- техногенном нарушении микрорельефа, вызванном многократным прохождением тяжелой строительной техники (рытвины, колеи, борозды и др.) в строительном коридоре;
- изменении теплового режима почв по трассе зимников;

- активизации процессов эрозии в связи с ликвидацией естественной растительности;
- усилении процессов заболачивания в связи с нарушением естественных ложбин стока;
- захламлении почв мусором и др. при несоблюдении предусмотренного вывоза отходов.

К источникам воздействия на окружающую природную среду на данном этапе работ относятся:

- строительные и транспортные машины и механизмы;
- технический и строительный персонал.

Влияние на почвенный покров зоны строительства и прилегающих территорий в результате принятых технологических схем приводит:

- к усилению процессов смыва и накопления твердых осадков на прилегающих к объектам строительства территориях;
- к нарушению температурного режима многолетнемерзлых пород (ММП), деградации верхних горизонтов ММП;
- к развитию процессов заболачивания и подтопления на прилегающих территориях.

1.2. Воздействие на атмосферный воздух при подготовке площадки и бурении скважины

Основные выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух осуществляются в период строительства. Однако они носят разовый характер, растянутость во времени и на значительном расстоянии.

Таблица 1. Оценка воздействия на земельные ресурсы и почвы в процессе инженерной подготовки площадки под строительство скважины

Вид воздействия	Характер воздействия	Уровень воздействия	Прогноз воздействия	Наиболее чувствительные почвы к воздействию
Изменение целевого назначения	Уничтожение продуктивных угодий	Слабый	На весь период строительства	Все почвы независимо от их генезиса
Производство земляных работ	Уплотнение и засыпка минеральным грунтом почвенного слоя	Сильный	На весь период строительства	Все почвы независимо от их генезиса
Выбросы двигателей строительной и дорожной техники	Загрязнение почвенного покрова	Незначительный	В течение всего периода строительства	Болотные органогенные почвы с застойным водным режимом
Захламление поверхности мусором и др.	Загрязнение почвенного покрова в местах производства работ	Незначительный	В течение всего периода строительства	Все почвы в местах производства работ

При производстве работ воздействие объектов на атмосферу заключается в загрязнении:

- выбросами загрязняющих веществ с выхлопными газами двигателей внутреннего сгорания при работе строительной техники;

- выбросами загрязняющих веществ при заправке строительной техники;

- перегрузки сыпучих материалов (песчано-грунтовая смесь и химические реагенты для буровых растворов).

1.3. Негативное воздействие на поверхностные водные объекты при бурении скважин

Негативное воздействие работ по бурению скважин на водную среду заключается в:

- возможном локальном загрязнении водной среды строительными, хозяйственно-бытовыми отходами и стоками, накапливаемыми на площадках строительства, в случае несоблюдения правил их временного хранения;

- возможном локальном загрязнении водной среды, в связи с непреднамеренными проливами и утечками нефтепродуктов при неаккуратной смене масла и заправке топливом автостроительной техники в неположенных местах, а также при использовании в работе грязной автотехники;

- возможном локальном загрязнении водной среды в связи с переполнением шламовых амбаров отходами бурения;

- нарушении равновесия сложившегося микро- и мезорельефа при производстве земляных работ, что может привести к локальному изменению поверхностного стока распределения талых вод.

1.4. Воздействие работ по строительству скважин на животный мир

Присутствие на территории буровой площадки изыскательских партий, строительного персонала оказывает негативное влияние на наличие объектов животного

мира на данной территории. Как правило, животные избегают территорий, имеющих постоянные факторы беспокойства.

Основные факторы, которые влияют на распределение и численность особо охраняемых видов птиц — беспокойство, прямое преследование со стороны человека, а также увеличение пресса охоты. К фактору беспокойства в репродуктивный период особенно чувствительны сапсан, орлан-белохвост, беркут, демонстрирующие высокую степень гнездового консерватизма и реагирующие на антропогенное воздействие полным исчезновением с территории гнездования.

В соответствии с Красной Книгой ЯНАО и другими справочными материалами, практически все перечисленные виды относятся к перелетным, т.е. совершающим сезонные миграции к местам зимовок. Основная масса охраняемых видов птиц появляется на территории ЯНАО в весенне-летний период — период гнездования птиц (кладки и насиживания яиц, выкармливания птенцов и образования слетков).

2. Мероприятия по охране окружающей среды и рациональному природопользованию при строительстве скважин

2.1 Мероприятия по охране почв, растительного и животного мира

В целях охраны и рационального использования земельных ресурсов, а также недопущения их истощения и деградации, при производстве работ по бурении скважин должны соблюдаться следующие основные требования к их проведению, которые в обязательном порядке должны найти отражение в проектах производства работ, разрабатываемых добывающими или строительными организациями:

- проведение работ строго в границах земельного отвода, с исключением сверхнормативного изъятия допол-

нительных площадей, связанного с нерациональной организацией строительного потока;

— недопущение захламления зоны строительства отходами, а также ее загрязнение горюче-смазочными материалами. В подобных случаях должны быть своевременно проведены работы по ликвидации указанных выше негативных последствий.

Строительная организация, осуществляющая работы, должна быть оснащена передвижным оборудованием — мусоросборниками для сбора отходов и мусора. Ответственность за проведение работ по сбору отходов и ГСМ возлагается на начальника строительства.

На пути движения и в зоне работы транспорта и строительной техники не разрешается слив нефтепродуктов и загрязнение территории производственными и бытовыми отходами.

Отсыпка площадок под скважины должна производиться привозным грунтом методом «от себя» на существующий мохорастительный слой в границах отвода земель в долгосрочную аренду. Данный метод обеспечивает отсутствие нарушений на прилегающей территории при условии выполнения мероприятий по укреплению откосов.

С целью сохранения грунтов основания насыпей в вечномёрзлом состоянии в течение периода эксплуатации площадки все подготовительные и основные работы должны выполняться с учетом максимального сохранения существующего водно-теплового режима местности:

— Выполнение подготовительных работ (рубка и удаление леса, кустарника, уборка снега и т.д.) только в зимний период с незначительным опережением фронта основных земляных работ.

— Для предотвращения оттаивания льдонасыщенных грунтов и образования термокарстовых просадок запрещается оставлять расчищенную дорожную полосу на летний период;

— Расчистка просеки предусматривается только на ширину насыпи понизу;

— Возведение насыпей с сохранением вечной мерзлоты в основании предусмотрено так же в зимний период.

Нижние слои насыпи на высоту 0,5 м отсыпают способом «от себя», а последующие — продольным способом. Не разрешается отсыпать насыпь на оттаявшее основание. Работы по сооружению земляного полотна на таких участках начинают не ранее, чем при условии промерзания грунта на 0,3–0,5 м. Для ускорения промерзания производится систематическое удаление снега.

Земляные работы производятся в соответствии с требованиями СНиП 3.02.01–87, СНиП 12–04–2002, ВСН 004–88, СНиП III–42–80.

В целях предотвращения деградации земель и прямых потерь почвенного субстрата при обустройстве площадок под строительство скважин и подъездных автодорог должны выполняться следующие природоохранные требования:

— оптимальная прокладка трасс автозимников к площадкам скважин в пределах существующих тракторных дорог, просек и колея ранее проехавшей техники;

— вынос в натуре и закрепление границ отводимых под строительство участков, строго в соответствии с проектом, во избежание сверхнормативного изъятия земель. Контроль границ землеотвода по проекту;

— запрет на передвижение транспортных средств вне установленных транспортных маршрутов;

— оптимизация транспортной схемы доставки грузов с целью сокращения протяженности временных проездов и возможности максимального использования существующих автодорог;

— исключение сброса и утечек горюче-смазочных материалов, и других загрязняющих веществ на рельеф и почвы при производстве работ. Выделение в пределах земельного отвода специальных площадок для заправки и смены отработанных ГСМ с устройством закрытых емкостей (сменных контейнеров) для предохранения от попадания ГСМ на почвенно-растительный слой;

— рекультивация земель после завершения бурения.

Присутствие на территории изыскательских партий, строительного персонала оказывает негативное влияние на наличие объектов животного мира на данной территории. Как правило, животные избегают территорий, имеющих постоянные факторы беспокойства.

Комплекс регламентирующих мероприятий, разработанный в соответствии с Постановлением Правительства РФ от 13 августа 1996 г. №997, направленных на предотвращение негативного воздействия на животный мир, предусматривает:

— неукоснительное соблюдение границ землеотвода, недопущение сверхнормативного изъятия площадей;

— строгое соблюдение строительным и изыскательским персоналом природоохранного законодательства, правил противопожарной безопасности;

— исключение вероятности загрязнения горюче-смазочными материалами территории строительства и близлежащей территории;

— осуществление и контроль проведения технической и биологической рекультивации, предусмотренной проектной документацией в соответствии с почвенно-растительными условиями местности;

— запрет на содержание собак в период проведения строительных работ;

— запрет ввоза на территорию строительства и хранения всех орудий промысла (охотничьего оружия и капканов) и любительской охоты (браконьерства).

2.2. Мероприятия по охране атмосферного воздуха

Мероприятия по снижению объемов выбросов загрязняющих веществ в атмосферу в период проведения работ носят организационно-технический характер.

Основными техническими мероприятиями на строительстве является применение оборудования и техники, характеристики выбросов в атмосферу которых, отвечают

техническим нормативам, действующим на территории России и закрепленным ГОСТами и действующей нормативно-методической базой.

Основные организационно-технические мероприятия включают соблюдение оптимальных параметров работы строительной и транспортной техники, применение сертифицированного топлива и смазочных материалов, периодический контроль условий работы двигателей. Снижение объемов выбросов загрязняющих веществ может достигаться путем выполнения следующих мероприятий:

- проверка технического состояния машин и механизмов, плановое проведение техосмотров и текущих ремонтов;

- контроль выхлопных газов от двигателей внутреннего сгорания на содержание в выбросах диоксида азота, диоксида серы, оксида углерода и углеводородов;

- применение автотехники с двигателями нового поколения, отвечающими требованиям Евро — 0,1,2 (Постановление Правительства №609 от 12 октября 2005 года «Об утверждении специального технического регламента «О требованиях к выбросам автомобильной техникой, выпускаемой в обращение на территории Российской Федерации, вредных (загрязняющих) веществ»);

- применение тентов для насыпных грузов при перевозке в самосвалах и открытых кузовах.

- запрет на оставление техники, не задействованной в технологии строительства, с работающими двигателями в ночное время;

- согласование с местными природоохранными органами условий работы техники, маршрутов и времени работы транспорта в течение года, количества выбросов двигателей;

- движение транспорта по установленной схеме, недопущение неконтролируемых поездок;

- снижение шума от техники за счет усовершенствования конструкции глушителей;

- использование защитных кожухов и капотов с многослойными покрытиями из резины, поролона и т.п.

2.3. Мероприятия по охране поверхностных вод при строительстве скважины

В целях защиты поверхностных вод от загрязнения при бурении скважин необходимо предусматривать следующие мероприятия:

- забор воды для хозяйственно-бытовых и производственных нужд строительных бригад и сброс хозяйственно — бытовых стоков должен осуществляться только по договору между подрядной строительной организацией и административными органами спецпредприятия, эксплуатирующими водопроводные сети и очистные сооружения;

- недопущение слива хозяйственно-фекальных стоков вне передвижных санитарно-бытовых установок типа «Кедр» для сбора и временного хранения хозяйственно-фекальных стоков, которыми должны быть обеспечены строительные бригады на период проведения работ в полевых условиях;

- запрещение организации складирования материалов и оборудования, развертывания строительных площадок в пределах водоохранных зон и прибрежных защитных полос ручьев без согласования с бассейновыми и другими территориальными органами управления использования и охраны водного фонда;

- запрещение заправки топливом, мойки и ремонта автомобилей, размещения стоянок транспортных средств, складов горюче-смазочных материалов (ГСМ) в пределах водоохранных зон и прибрежных защитных полос ручьев, а также на необорудованных специально площадках, обуславливающих опасность химического загрязнения подземных вод;

- применение на работах исправной техники, отсутствие на ней подтеков масла и топлива;

- обязательное соблюдение границ территорий, отводимых под производство работ;

- запрещение проезда транспорта вне существующих и построенных дорог;

- оснащение рабочих мест инвентарными контейнерами для отходов;

- соблюдение требований местных органов охраны природы.

В соответствии со ст. 65, ч. 6 Водного кодекса №74-ФЗ от 3 июня 2006 г. для рек или ручьев устанавливаются водоохранные зоны — территории, которые примыкают к береговой линии водных объектов и на которых устанавливается специальный режим осуществления хозяйственной деятельности в целях предотвращения загрязнения, засорения, заиления указанных водных объектов и истощения их вод, а также сохранения среды обитания водных биологических ресурсов и других объектов животного и растительного мира.

Ширина водоохранной зоны устанавливается для рек протяженностью от истока:

- до десяти километров — в размере пятидесяти метров;

- от десяти до пятидесяти километров — в размере ста метров;

- от пятидесяти километров и более — в размере двухсот метров.

Радиус водоохранной зоны для истоков реки, ручья устанавливается в размере пятидесяти метров.

Ширина водоохранной зоны озера, за исключением озера, расположенного внутри болота, или озера, водохранилища с акваторией менее 0,5 квадратного километра, устанавливается в размере пятидесяти метров.

В границах водоохранных зон запрещаются:

- использование сточных вод для удобрения почв;

- размещение кладбищ, скотомогильников, мест захоронения отходов производства и потребления, химических, взрывчатых, токсичных, отравляющих и ядовитых веществ, пунктов захоронения радиоактивных отходов;

- осуществление авиационных мер по борьбе с вредителями и болезнями растений;

— движение и стоянка транспортных средств (кроме специальных транспортных средств), за исключением их движения по дорогам и стоянки на дорогах и в специально оборудованных местах, имеющих твердое покрытие.

Литература:

1. Алексеев, П. Д., Бараз В. И., Гридин В. И. и др. Охрана окружающей среды в нефтяной промышленности — М.: Изд-во РГУ нефти и газа им. И. Губкина, 1994. — 474 с.
2. Красная книга Ямало-Ненецкого автономного округа: животные, растения, грибы/Отв. ред. С. Н. Эктова, Д. О. Замятин. — Екатеринбург: Издательство «Баско», 2010. — 308 с.
3. Проектная документация на строительство (бурение) скважин (Уренгойское, Ямбургское, Медвежье, Северо-Уренгойское, Термокарстовое, Западно-Таркосалинское месторождения).
4. Тетельмин, В. В., Язев В. А. Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. — Долгопрудный: Издательский дом «Интеллект», 2011. — 352 с.

СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО

Мясная продуктивность бычков разных пород

Горелик Ляля Шагитовна, аспирант;

Горелик Ольга Васильевна, доктор сельскохозяйственных наук, профессор
Уральская государственная академия ветеринарной медицины (г. Троицк, Челябинская обл.)

Ребезов Максим Борисович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор
Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет) (г. Челябинск)

В статье приведены результаты исследований влияния сроков убоя на мясную продуктивность и качество мяса. Для этого были проведены исследования на базе сельскохозяйственных предприятий Челябинской области.

Ключевые слова: мясная продуктивность, мясо, качество.

В последние годы в Российской Федерации прилагаются значительные усилия по поддержке мясного скотоводства. Дефицит полноценных белковых продуктов питания остается неизменным во многих регионах страны. Одной из причин такой ситуации является как рост цен на мясные продукты на фоне рыночных реформ, так и введение необоснованно большого количества различных неполноценных компонентов в мясные изделия при постоянно растущем дефиците мясного сырья, что отражается на обеспеченности населения продуктами питания животного происхождения [1–4, 24].

Поэтому повышение эффективности мясного скотоводства, получение высококачественного сырья животного происхождения — одна из основных проблем современного агропромышленного комплекса [5, 6].

Лучшей говядиной считается мясо, полученное от молодняка крупного рогатого скота с живой массой не менее 350 кг. Для этого его выращивают до 18-ти месячного возраста и живой массы от 350 до 450 кг. Многие хозяйства достигают таких результатов при выращивании бычков до 13–14 месяцев и чаще всего для этого используют бычков молочных пород.

В настоящее время в стране стали наращивать поголовье мясного скота. Несмотря на то, что изучением влияния породы на мясную продуктивность скота занимались многие ученые [7–11]. Некоторые вопросы нуждаются в дополнительном изучении. Так, в известной нам литературе сравнительно мало данных о влиянии сроков убоя на качество мяса.

Одним из резервов повышения продуктивности крупного рогатого скота следует считать нетрадиционные корма, различные биологически активные вещества и кормовые добавки [12–15].

Нет единого мнения о том до какого возраста выращивать молодняк крупного рогатого скота, чтобы получить наиболее качественное мясо, с учетом его технологических (кулинарных) свойств [16–22]. При этом необходимо учитывать и экономические показатели [23].

В связи с этим мы поставили перед собой задачу изучить влияние сроков убоя на мясную продуктивность, качество мяса. Для этого были проведены исследования на базе сельскохозяйственных предприятий Челябинской области.

Было подобрано 4 группы бычков по 20 голов в каждой герефордской, симментальской, черно-пестрой и голштинской пород в возрасте 10 месяцев. При этом учитывались породные признаки, даты рождения, живая масса.

В группы бычки подбирались по принципу сбалансированных групп. Взвешивание бычков проводили ежемесячно. Рассчитывали абсолютные, среднесуточные, относительные приросты живой массы.

В таблице 1 представлены данные о живой массе подопытных бычков по срокам убоя.

Установлено, что более высокую живую массу во все период имели бычки герефордской породы. Исключение составили бычки симментальской породы в 24 месячном возрасте. Они превосходили сверстников герефордской породы на 4 кг или 0,6% ($P > 0,05$). В остальные периоды (возраст) бычки герефордской породы достоверно превосходили сверстников из других пород при $P < 0,05$ и $P < 0,01$. Бычки молочных пород росли так же интенсивно, но отставали по живой массе от бычков герефордской и симментальской пород.

Убой проводили в возрасте 12, 15, 18 и 24 месяца по 3 головы из каждой породы. Для убоя выбирали бычков,

Таблица 1. Живая масса бычков, кг

Возраст, месяц	Порода			
	герефордская	симментальская	черно-пестрая	голштинская
10	288±1,82	275 ±2,11	271 ±1,76	280± 1,29
12	352 ± 3,12	343± 3,89	328 ±4,01	332±2,87
15	441 ±2,77	430 ±2,94	403± 4,93	399± 3,99
18	522± 3,32	514± 5,36	472 ±3,82	474± 4,39
24	676 ± 4,18	680±7,28	597± 6,65	598± 5,97

Таблица 2. Результаты контрольного убоя бычков n = 5x

Показатель	Порода			
	герефордская	симментальская	черно-пестрая	голштинская
12 месяцев				
Живая масса перед убоем, кг	341 ±3,18	343±4,21	318±2,97	322±4,36
Масса туши, кг	193,8±2,96	176,2±2,12	165,0±1,99	158,8±2,33
Масса внутреннего жира, кг	3,6±0,32	2,9±0,44	2,3±0,21	1,9±0,18
Убойный выход, %	57,9±1,12	53, 8±1,37	52,6±1,15	49,9±0,98
15 месяцев				
Живая масса перед убоем, кг	428±5,72	417±14,86	391 ±3,29	387 ±4,38
Масса туши, кг	242,8±3,18	226,9±2,21	203,4 ±3,33	199,8±1,87
Масса внутреннего жира, кг	8,4±0,42	4,9 ± 0,35	4,2±0,28	4,5±0,41
Убойный выход, %	58,7 ±0,97	55,6 ±1,12	53,1 ±1,03	52,8±1,32
18 месяцев				
Живая масса перед убоем, кг	506±2,89	499 ±3,26	458±5,12	460±3,72
Масса туши, кг	285,5±4,15	277,0 ±3,98	240,5 ±2,21	245,7 ±2,21
Масса внутреннего жира, кг	14,6±0,83	7,9 ±0,56	8,7 ±0,33	7,3±0,68
Убойный выход, %	59,3±0,97	57,1±0,77	54,4 ±1,22	55,0±0,72
24 месяца				
Живая масса перед убоем, кг	656±5,38	660±7,88	579±9,12	580±4,87
Масса туши, кг	384,6±3,75	379,4±4,12	310,3 ±3,28	308,5±3,72
Масса внутреннего жира, кг	22,8 ±0,93	15,3±1,12	18,6±0,97	15,7±1,38
Убойный выход, %	62,1±0,56	59,8±1,12	56,8 ±1,63	55,9±1,71

имеющих средние показатели живой массы по группам. Убой проводили в убойном цехе ООО «Дубровский».

Результаты контрольного убоя бычков разных пород в разные сроки представлены в таблице 2.

Результаты контрольного убоя бычков показывают, что с возрастом животных увеличивается убойный выход.

Происходит это как за счет увеличения живой массы животных и их упитанности, так и за счет увеличения массы внутреннего жира, количество которого увеличива-

ется с 1,20% (12 месяцев голштинская порода) до 5,99% (24 месяца черно-пестрая порода), относительно массы туши. Разница внутри группы по этому показателю составила у бычков герефордской породы 4,07%; симментальской — 2,38; черно-пестрой — 4,60%; голштинской — 3,89%. Масса туши повысилась по породам соответственно на 190,8; 203,2; 145,3; 149,7 кг. Убойный выход увеличился на 4,2% и 6,0% соответственно по породам.

Литература:

1. Дуць, А. О., Полтавская Ю. А., Губер Н. Б., Хайруллин М. Ф., Асенова Б. К. Качество как основа конкурентоспособности мясопродуктов. Молодой ученый. 2013. № 10. с. 131–134.
2. Монастырев, А. М., Кузнецова Н. Б. Повышение продуктивности скота черно-пестрой породы при использовании кормовой добавки «Гувитан-С». Аграрный вестник Урала. 2009. № 4. с. 86–88.
3. Богатова, О. В., Салихов А. А., Стадникова С. В., Богатов А. И. Соответствие качества говядины современным требованиям потребителя. Мясные технологии. 2008. № 6. с. 54–56.

4. Богатова, О. В., Джуламанов К. М. Мясная продуктивность и факторы, ее определяющие. Вестник Оренбургского государственного университета. 2005. Т. 2. №10. с. 156–161.
5. Губер, Н. Б., Шакирова А. З., Топурия Г. М. Биологическая ценность мясной продукции при использовании биологически активных веществ. Международный научно-исследовательский журнал. 2013. №10–1 (17). с. 96–97.
6. Губер, Н. Б., Монастырев А. М., Ребезов М. Б. Научное и практическое обоснование новых биотехнологических приемов повышения производства говядины и ее пищевой ценности. В. Новгород: Новгородский технопарк, 2013. 120 с.
7. Гамарник, Н. Г., Шевелева О. М., Дуров А. С. Герефордский скот сибирской селекции. Новосибирск. 2012. 308 с.
8. Горелик, О. В., Лазоренко Д. С. Новые технологии в молочном скотоводстве. Мат. Межд. науч.-практ. конф. Курган, 2008.
9. Горелик, О. В. Теоретические аспекты повышения эффективности молочного скотоводства на Южном Урале. Автореф. докт. диссерт. 06.02.04. Оренбург, 2002. 45 с.
10. Максимюк, Н. Н., Ребезов М. Б. Физиологические основы продуктивности животных. В. Новгород: Новгородский технопарк, 2013. 144 с.
11. Скопичев, В. Г. Физиология продуктивности животных: учебное пособие/В. Г. Скопичев, Н. Н. Максимюк; Федеральное агентство по образованию, Новгородский гос. ун-т им. Ярослава Мудрого. Великий Новгород, 2008.
12. Залилов, Р. В., Асташкина Е. Г., Ребезов М. Б. Технология производства минеральной природной добавки и ее применение. Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. 2008. №10. с. 68–71.
13. Ребезов, М. Б. Использование природных цеолитов Южного Урала. Зоотехния, 2002. №8. с. 16–17.
14. Губер, Н. Б., Нагибина В. В., Амерханов И. М. Влияние биоактиваторов на интенсификацию производства продукции животного происхождения. Молодой ученый. 2013. №4. с. 672–675.
15. Горелик, О., Белооков А., Ерзилеев М. Убойные качества телочек герефордской породы при использовании эм-препаратов. Молочное и мясное скотоводство. 2009. №8. с. 14–16.
16. Губер, Н. Б., Переходова Е. А. Пищевая ценность и кулинарно-технологические свойства мясной продукции при использовании биостимулятора. Естественные и математические науки в современном мире. 2013. №10–11. с. 139–143.
17. Губер, Н. Б., Топурия Г. М. Биотехнологические приемы повышения производства говядины в сельском хозяйстве. Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Пищевые и биотехнологии. 2013. Т. 1. №2. с. 4–9.
18. Губер, Н. Б., Переходова Е. А., Топурия Г. М., Максимюк Н. Н. Этологическая реактивность бычков при использовании биостимулятора. Молодой ученый. 2013. №11. с. 243–245.
19. Губер, Н. Б., Переходова Е. А., Максимюк Н. Н., Топурия Г. М. Биологический статус бычков, выращиваемых на мясо, на фоне применения биостимулятора. Молодой ученый. 2013. №11. с. 246–248.
20. Асенова, Б. К., Ребезов М. Б., Амирханов К. Ж., Нургазезова А. Н., Бакирова Л. С. Ет өнімдерін өндірудің физика-химиялық және биохимиялық негіздері. Алматы: Халықаралық жазылым агентігі, 2013. 130 б.
21. Ребезов, М. Б., Мирошникова Е. П., Богатова О. В., Максимюк Н. Н., Хайруллин М. Ф., Лукин А. А., Зинина О. В., Залилов Р. В. Технохимический контроль и управление качеством производства мяса и мясопродуктов. Челябинск: ИЦ ЮУрГУ, 2011. 107 с.
22. Ребезов, М. Б., Зинина О. В., Максимюк Н. Н., Соловьева А. А. Использование животных белков в производстве мясопродуктов. Вестник Новгородского государственного университета имени Ярослава Мудрого. 2014. №76. с. 51–53.
23. Губер, Н. Б., Ребезов М. Б., Топурия Г. М. Инструменты снижения рисков при реализации инновационных проектов в сфере продуктов питания животного происхождения. Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Экономика и менеджмент. 2014. Т. 8. №1. с. 156–159.
24. Белооков, А. А., Горелик О. В., Белоокова О. В. Способ повышения продуктивности молодняка крупного рогатого скота. Патент на изобретение RUS 245151628.03.2011.

Молодой ученый

Ежемесячный научный журнал

№ 10 (69) / 2014

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Главный редактор:

Ахметова Г. Д.

Члены редакционной коллегии:

Ахметова М. Н.
Иванова Ю. В.
Лактионов К. С.
Сараева Н. М.
Авдеюк О. А.
Алиева Т. И.
Ахметова В. В.
Брезгин В. С.
Данилов О. Е.
Дёмин А. В.
Дядюн К. В.
Желнова К. В.
Жуйкова Т. П.
Игнатова М. А.
Коварда В. В.
Комогорцев М. Г.
Котляров А. В.
Кучерявенко С. А.
Лескова Е. В.
Макеева И. А.
Мусаева У. А.
Насимов М. О.
Прончев Г. Б.
Семахин А. М.
Сенюшкин Н. С.
Ткаченко И. Г.
Яхина А. С.

Ответственные редакторы:

Кайнова Г. А., Осянина Е. И.

Международный редакционный совет:

Айрян З. Г. (Армения)
Арошидзе П. Л. (Грузия)
Атаев З. В. (Россия)
Борисов В. В. (Украина)
Велковска Г. Ц. (Болгария)
Гайич Т. (Сербия)
Данатаров А. (Туркменистан)
Данилов А. М. (Россия)
Досманбетова З. Р. (Казахстан)
Ешиев А. М. (Кыргызстан)
Игисинов Н. С. (Казахстан)
Кадыров К. Б. (Узбекистан)
Козырева О. А. (Россия)
Лю Цзюань (Китай)
Малес Л. В. (Украина)
Нагервадзе М. А. (Грузия)
Прокопьев Н. Я. (Россия)
Прокофьева М. А. (Казахстан)
Ребезов М. Б. (Россия)
Сорока Ю. Г. (Украина)
Узаков Г. Н. (Узбекистан)
Хоналиев Н. Х. (Таджикистан)
Хоссейни А. (Иран)
Шарипов А. К. (Казахстан)

Художник: Шишков Е. А.

Верстка: Бурьянов П. Я.

Статьи, поступающие в редакцию, рецензируются.

За достоверность сведений, изложенных в статьях, ответственность несут авторы.

Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов материалов.

При перепечатке ссылка на журнал обязательна.

Материалы публикуются в авторской редакции.

АДРЕС РЕДАКЦИИ:

420126, г. Казань, ул. Амирхана, 10а, а/я 231.

E-mail: info@moluch.ru

<http://www.moluch.ru/>

Учредитель и издатель:

ООО «Издательство Молодой ученый»

ISSN 2072-0297

Тираж 1000 экз.

Отпечатано в типографии «Конверс», г. Казань, ул. Сары Садыковой, д. 61