

ISSN 2072-0297

МОЛОДОЙ УЧЁНЫЙ

МЕЖДУНАРОДНЫЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ



11 2018
ЧАСТЬ I

16+

ISSN 2072-0297

МОЛОДОЙ УЧЁНЫЙ

Международный научный журнал

Выходит еженедельно

№ 11 (197) / 2018

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Главный редактор: Ахметов Ильдар Геннадьевич, кандидат технических наук

Члены редакционной коллегии:

Ахметова Мария Николаевна, доктор педагогических наук

Иванова Юлия Валентиновна, доктор философских наук

Каленский Александр Васильевич, доктор физико-математических наук

Куташов Вячеслав Анатольевич, доктор медицинских наук

Лактионов Константин Станиславович, доктор биологических наук

Сараева Надежда Михайловна, доктор психологических наук

Абдрашилов Турганбай Курманбаевич, доктор философии (PhD) по философским наукам

Авдеюк Оксана Алексеевна, кандидат технических наук

Айдаров Оразхан Турсункожаевич, кандидат географических 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

Жураев Хуснидин Олтинбоевич, кандидат педагогических наук

Игнатова Мария Александровна, кандидат искусствоведения

Калдыбай Кайнар Калдыбайулы, доктор философии (PhD) по философским наукам

Кенесов Асхат Алмасович, кандидат политических наук

Коварда Владимир Васильевич, кандидат физико-математических наук

Комогорцев Максим Геннадьевич, кандидат технических наук

Котляров Алексей Васильевич, кандидат геолого-минералогических наук

Кошербаева Айгерим Нуралиевна, доктор педагогических наук, профессор

Кузьмина Виолетта Михайловна, кандидат исторических наук, кандидат психологических наук

Курпаяниди Константин Иванович, доктор философии (PhD) по экономическим наукам

Кучерявенко Светлана Алексеевна, кандидат экономических наук

Лескова Екатерина Викторовна, кандидат физико-математических наук

Макеева Ирина Александровна, кандидат педагогических наук

Матвиенко Евгений Владимирович, кандидат биологических наук

Матроскина Татьяна Викторовна, кандидат экономических наук

Матусевич Марина Степановна, кандидат педагогических наук

Мусаева Ума Алиевна, кандидат технических наук

Насимов Мурат Орленбаевич, кандидат политических наук

Паридинова Ботагоз Жаппаровна, магистр философии

Прончев Геннадий Борисович, кандидат физико-математических наук

Семахин Андрей Михайлович, кандидат технических наук

Сенцов Аркадий Эдуардович, кандидат политических наук

Сенюшкин Николай Сергеевич, кандидат технических наук

Титова Елена Ивановна, кандидат педагогических наук

Ткаченко Ирина Георгиевна, кандидат филологических наук

Федорова Мария Сергеевна, кандидат архитектуры

Фозилов Садриддин Файзуллаевич, кандидат химических наук

Яхина Асия Сергеевна, кандидат технических наук

Ячинова Светлана Николаевна, кандидат педагогических наук

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 размещается и индексируется на портале eLIBRARY.RU, на момент выхода номера в свет журнал не входит в РИНЦ. Журнал включен в международный каталог периодических изданий «Ulrich's Periodicals Directory».

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.

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)*

Ахмеденов Кажмурат Максutowич, *кандидат географических наук, ассоциированный профессор (Казахстан)*

Бидова Бэла Бертовна, *доктор юридических наук, доцент (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)*

Демидов Алексей Александрович, *доктор медицинских наук, профессор (Россия)*

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

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

Жолдошев Сапарбай Тезекбаевич, *доктор медицинских наук, профессор (Кыргызстан)*

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

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

Кайгородов Иван Борисович, *кандидат физико-математических наук (Бразилия)*

Каленский Александр Васильевич, *доктор физико-математических наук, профессор (Россия)*

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

Колпак Евгений Петрович, *доктор физико-математических наук, профессор (Россия)*

Кошербаева Айгерим Нуралиевна, *доктор педагогических наук, профессор (Казахстан)*

Курпаяниди Константин Иванович, *доктор философии (PhD) по экономическим наукам (Узбекистан)*

Куташов Вячеслав Анатольевич, *доктор медицинских наук, профессор (Россия)*

Кыят Эмине Лейла, *доктор экономических наук (Турция)*

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)*

Рахматуллин Рафаэль Юсупович, *доктор философских наук, профессор (Россия)*

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

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

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

Федорова Мария Сергеевна, *кандидат архитектуры (Россия)*

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

Хоссейни Амир, *доктор филологических наук (Иран)*

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

Шуклина Зинаида Николаевна, *доктор экономических наук (Россия)*

Руководитель редакционного отдела: Кайнова Галина Анатольевна

Ответственный редактор: Осянина Екатерина Игоревна

Художник: Шишков Евгений Анатольевич

Верстка: Бурьянов Павел Яковлевич, Голубцов Максим Владимирович, Майер Ольга Вячеславовна

Почтовый адрес редакции: 420126, г. Казань, ул. Амирхана, 10а, а/я 231.

Фактический адрес редакции: 420029, г. Казань, ул. Академика Кирпичникова, д. 25.

E-mail: info@moluch.ru; http://www.moluch.ru/.

Учредитель и издатель: ООО «Издательство Молодой ученый».

Тираж 500 экз. Дата выхода в свет: 04.04.2018. Цена свободная.

Материалы публикуются в авторской редакции. Все права защищены.

Отпечатано в типографии издательства «Молодой ученый», 420029, г. Казань, ул. Академика Кирпичникова, д. 25.

На обложке изображена *Мстислав Всеволодович Келдыш* (1911–1978), советский учёный в области прикладной математики и механики, один из идеологов советской космической программы.

Будущий академик родился в Риге, в дворянской семье. Его отец Всеволод Михайлович Келдыш был профессором, генерал-майором инженерно-технической службы, основоположником методологии расчёта строительных конструкций. Семья, состоявшая из пятерых детей, в 1915 году переехала в Москву, где Келдыш-младший получил образование в школе со строительным уклоном. В 16 лет, после окончания школы, Всеволод решил продолжить дело своего отца, но не был принят в строительный институт из-за возраста. По подсказке своей старшей сестры поступил на физико-математический факультет Московского государственного университета. После МГУ был направлен на работу в Центральный аэрогидродинамический институт, куда его настойчиво рекомендовал учитель (а впоследствии старший товарищ, академик), один из ведущих сотрудников общетеоретической группы ЦАГИ М. А. Лаврентьев.

Мстислав положил начало реактивной авиации. В 1930-е годы одной из проблем, стоявших перед авиаконструкторами, было явление флаттера, которое неожиданно возникало при увеличении скорости самолета. Келдыш нашел простые конструктивные решения для устранения самовозбуждающихся колебаний носового колеса шасси самолёта.

Он внес свой вклад в создание советской термоядерной бомбы, за что в 1956 году ему было присвоено звание Героя

Социалистического Труда; участвовал в запуске первого искусственного спутника Земли, а в дальнейшем — в разработке программы полётов к Луне и планетам Солнечной системы, помогал отправить в космос Юрия Алексеевича Гагарина (за что был вторично удостоен звания Героя Социалистического Труда), сыграл немаловажную роль в переходе советской промышленности, науки и образования к копированию ЭВМ серии IBM-360, которое определило дальнейшее развитие советской компьютерной отрасли.

Во время пропагандистской кампании против А. Д. Сахарова в 1973 году Келдыш подписал антисахаровское письмо учёных в газету «Правда». Однако он не позволил исключить Сахарова из академии и лично ходатайствовал за него перед Андроповым.

Одним из жизненных кредо Келдыша и полезных советов будущему ректору МГУ И. Г. Петровскому было «не бороться со злом, а браться и делать добрые, хорошие дела, потому что в этой борьбе зло использует все средства, а вы — только благородные, а потому и проиграете, и пострадаете».

Урна с прахом Мстислава Всеволодовича Келдыша установлена в Кремлёвской стене на Красной площади в Москве.

Его именем названы научно-исследовательское судно «Академик Мстислав Келдыш», авиалайнер компании «Аэрофлот», кратер на Луне, астероид, а также минералы «келдышит» и «пара-келдышит».

Екатерина Осянина, ответственный редактор

СОДЕРЖАНИЕ

МАТЕМАТИКА

- Дилмуродов Э. Б.**
Спектр и квадратичный числовой образ
обобщенной модели Фридрихса1
- Мамуров Б. Ж.**
Неравномерные оценки скорости сходимости
в центральной предельной теореме для
симметрично зависимых случайных величин 3
- Меражова Ш. Б., Журакулова Ф. М.**
Решение дифференциальных уравнений
методом последовательностей 5
- Мустафоева З. Э.**
Резольвента решетчатой модели «спин-бозон»
не более чем с одним фотоном.....7
- Мустафоева З. Э.**
Существенный спектр модельного трехчастичного
оператора Шредингера на решетке..... 9
- Шарипова Н. Х., Розикова Х. А.**
Анализ и применение совпадающих минимумов
одной функций многих переменных..... 11

ФИЗИКА

- Емельянов А. А., Гусев В. М., Пестеров Д. И.,
Даниленко Д. С., Бесклеткин В. В.,
Быстрых Д. А., Иванин А. Ю.**
Моделирование САР скорости асинхронного
двигателя с переменными $\psi_r - i_s$ с контуром
потока в системе относительных единиц 14

ХИМИЯ

- Гаджиева С. Р., Велиева З. Т., Абдуллаева Х. Н.,
Алиева Т. И.**
Определение Cd и Ni в атмосферном воздухе
города Баку с помощью мхов-биомониторов.... 32

ИНФОРМАТИКА

- Белкина Т. А.**
Аналитический обзор применения сетевой
стеганографии для решения задач
информационной безопасности36
- Исаенков Е. Е.**
Реализация базы данных для лаборатории
микроскопии44
- Рудзейт О. Ю., Жигульский В. Е., Титанов В. М.**
Применение метода анализа иерархий для
оценки типа серверного оборудования49
- Танкевич Л. М., Шкляр А. Е.**
GeoGebra как средство решения
стереометрических задач53
- Хайитова И. И.**
Машинное обучение электронной коммерции .. 57
- Яцук К. В., Мухамбетов Ж. С., Цымбалий А. О.**
Терроризм в сети.....59

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

- Issa Hayder Abdulsahib, Abd Ali Layth
Mohammed**
Using tidal energy as a clean energy source
to generate electricity 62
- Бейтуллаева Р. Х., Халикова Х. А.,
Коржовова М. Ф.**
Меры по снижению потерь электроэнергии
на промышленных предприятиях.....69
- Бикбаева К. А., Савинкова К. С.**
Усиление металлических конструкций
композитными материалами 71
- Дусяров А. С., Яхшибоев Ш. К., Ярматов О. Э.**
Тепловая эффективность применения плоского
рефлектора инсоляционных пассивных систем
солнечного отопления73

**Каримов И. Н., Файзиев М. М., Маматкулов А. Н.,
Абдурашидов Д. Ш.**

Оптимизация краткосрочных режимов энергосистем в составе межгосударственных электрических сетей.....76

Кондратьева Л. А., Мироненко В. А.

Композиция Si_3N_4 — TiN, синтезированная в системе « $x\text{Na}_2\text{TiF}_6$ - $y\text{Na}_2\text{SiF}_6$ - $z\text{NaN}_3$ ».....78

БИОЛОГИЯ

**Аккуратнов Д. В., Сатишур В. А.,
Войцеховская Н. А., Дейкало С. А.,
Чавлытко К. Ю.**

Потеря жизнеспособности семян ярутки полевой (*Thlaspi arvense*) в зависимости от времени и температуры анаэробного сбраживания органических отходов в лабораторной биогазовой установке.....81

Косяк А. В., Загребин И. А.

Результаты наблюдений за локальным стадом снежных баранов (якутский подвид) *Ovis nivicola lydekkei* Kowarzik, 1913 (чукотская популяция) на территории национального парка «Берингия» в 2017 году.....86

МЕДИЦИНА

**Аманов Ш. Э., Джабборова Д. Р.,
Исмаилова Ш. Б., Гуломова З. Р.**

Клинико-иммунологические аспекты диагностики и лечения детей с хроническими гнойными синуситами96

Ватаманюк Н. В.

Общая клинико-рентгенологическая и лабораторная характеристика отобранных для исследования пациентов, страдающих воспалительными заболеваниями пародонта . 100

**Супрунюк В. В., Жуковская А. Н.,
Шункевич К. А., Полякова Е. О.,
Громоздова М. В., Запрудский К. С.**

Вторичная профилактика болезней системы кровообращения: современный взгляд на актуальную проблему 101

Тухватулина Э. Р., Шукурхужаева Д. Н.

Нейроциркуляторная дистония в подростковом возрасте 104

**Умарова М. С., Садирходжаева А. А.,
Турсунова О. А.**

Особенности состояния специфической мембранорецепции при осложненных пневмониях у детей раннего возраста..... 106

Шериева А. Ю., Цирхова А. К., Панагов З. Г.

Острый гестационный пиелонефрит: факторы риска развития, критерии диагностики, направления в лечении..... 109

МАТЕМАТИКА

Спектр и квадратичный числовой образ обобщенной модели Фридрикса

Дилмуродов Элёр Бахтиёрович, ассистент
 Бухарский государственный университет (Узбекистан)

Один из классических методов изучения спектра линейного оператора A в гильбертовом пространстве H — это изучение числового образа этого оператора [1]:

$$W(A) := \{(Ax, x) : x \in D(A), \|x\| = 1\},$$

здесь $D(A)$ есть область определения оператора A . Если A — ограниченный оператор, то $D(A) = H$. Известно, что точечный спектр $\sigma_p(A)$ оператора A лежит в $W(A)$, а аппроксимативно точечный спектр $\sigma_{app}(A)$ оператора A содержится в $\overline{W(A)}$. Если A замкнутый оператор и всякая компонента множества $\mathbb{C} \setminus W(A)$ содержит хотя бы одну точку резольвентного множества $\rho(A)$ оператора A , то имеет место включение $\sigma(A) \subset \overline{W(A)}$ (\mathbb{C} -множество комплексных чисел). В силу теоремы Тёплица — Хаусдорфа числовой образ является выпуклым подмножеством множества \mathbb{C} . С одной стороны, свойства выпуклости является важным свойством, например, при доказательстве принадлежности спектра в полуплоскость. Но, числовой образ иногда дает недостаточно хорошую структуру, если спектр состоит из объединения двух не пересекающихся множеств.

Учитывая этих неудобств, в работе [2] введено понятие квадратичного числового образа и затем изучены в работах [3,4]. Оно определено, если дано разложение $H = H_1 \oplus H_2$ гильбертово пространство H и $A \in L(H)$, здесь H_1 и H_2 гильбертово пространства. Тогда оператор A всегда записывается как квадратичная блочно-операторная матрица размера 2×2

$$A = \begin{pmatrix} A_{11} & A_{12} \\ A_{12}^* & A_{22} \end{pmatrix} \tag{1}$$

с линейными операторами $A_{ij} : H_j \rightarrow H_i, i, j = 1, 2$. Для неограниченного линейного оператора A в H , его область определения $D(A)$ необязательно должна быть разложимой как $D_1 \oplus D_2$ с $D_1 \subset H_1, D_2 \subset H_2$ и следовательно, это дополнительное предположение, того что оператор A имел представление (1) такое, что

$$D(A) = (D(A_{11}) \cap D(A_{21})) \oplus (D(A_{12}) \cap D(A_{22})).$$

Пусть $(\cdot, \cdot)_i, \|\cdot\|_i$ — скалярное произведение и норма в $H_i, i = 1, 2$, соответственно.

Множество всех собственных значений матрицы

$$A_f := \begin{pmatrix} (A_{11}f_1, f_1)_1 & (A_{12}f_2, f_1)_1 \\ (A_{21}f_1, f_2)_2 & (A_{22}f_2, f_2)_2 \end{pmatrix}$$

таких, что $f = (f_1, f_2) \in H$ и $\|f_i\|_i = 1, i = 1, 2$ называется квадратичным числовым образом оператора $A \in L(H)$, соответствующий представлению (1) блочно-операторной матрицы и обозначается через $W^2(A)$, т. е.

$$W^2(A) := \bigcup_{\|f_i\|_i=1, i=1,2} \sigma_p(A_f), \quad f = (f_1, f_2) \in H$$

Для двух различных разложений гильбертова пространства H , могут соответствовать различные квадратично числовые образы.

Обозначим через $\mathbb{Z}, \mathbb{R}, \mathbb{C}$ — множество всех целых, вещественных и комплексных чисел, соответственно.

Пусть \mathbb{T}^d — d — мерный тор, т. е. куб $(-\pi, \pi]^d$ — с соответствующим отождествлением противоположных граней. Всяду в работе \mathbb{T}^d рассматривается как абелева группа, в которой операции сложения и умножения на вещественное число введены как операции сложения и умножения на вещественное число в \mathbb{R}^d по модулю $(2\pi\mathbb{Z})^d$.

Пусть $L_2(\mathbb{T}^d)$ — гильбертово пространство квадратично — интегрируемых (комплекснозначных) функций, определенных на \mathbb{T}^d . Обозначим через H прямую сумму пространств $H_1 := \mathbb{C}$ и $H_2 := L_2(\mathbb{T}^d)$, т. е. $H = H_1 \oplus H_2$.

Гильбертово пространство H обычно называется двухчастичным обрезанным подпространством фоковского пространства.

В данной статье рассмотрим обобщенную модель Фридрикса A , действующую в гильбертовом пространстве H как 2×2 блочно-операторная матрица (1), где элементы $A_{ij} H_j \rightarrow H_i, i, j = 0, 1$, определяются по формулам

$$A_{11}f_1 = af_1, A_{12}f_2 = (f_2, v)_2, A_{21} = A_{12}^*, (A_{22}f_2)(p) = wf_2(p). \quad (2)$$

здесь $f_i \in H_i, i = 1, 2$; a, w фиксированные вещественные числа, $v(p)$ вещественнозначная непрерывная функция на \mathbb{T}^d , а A_{12}^* сопряженный оператор к A_{12} . При этом оператор A_{12} называется оператором уничтожения, а A_{21} называется оператором рождения.

Можно проверить, что при таких предположениях операторная матрица A , определенный по формуле (1) с матричными элементами (2), является ограниченным и самосопряженным в гильбертовом пространстве H .

Следующая теорема описывает спектр оператора A .

Теорема 1. Для спектра оператора A имеет место равенство $\sigma(A) = \sigma_p(A) = \{w, z_1, z_2\}$, т. е. оно имеет чисто точечный спектр, где, w — бесконечнократное собственное значение, а z_1 и z_2 — простые собственные значения.

Следующие две теоремы дают информации о квадратичном числовом образе оператора A .

Теорема 2. При $w = a$, имеет место равенство $W^2(A) = [w - \|v\|_2, w + \|v\|_2]$.

Для формулировки второго основного результата работы введем следующие множества:

$$\Lambda_- := \bigcup_{\|f_2\|_2=1} \left\{ \min\{a, w\} - |(v, f_2)_2| \operatorname{tg} \left(\frac{1}{2} \operatorname{arctg} \left(\frac{2|(v, f_2)_2|}{|a - w|} \right) \right) \right\};$$

$$\Lambda_+ := \bigcup_{\|f_2\|_2=1} \left\{ \max\{a, w\} + |(v, f_2)_2| \operatorname{tg} \left(\frac{1}{2} \operatorname{arctg} \left(\frac{2|(v, f_2)_2|}{|a - w|} \right) \right) \right\}.$$

Теорема 3. Если $w \neq a$, то имеет место равенство $W^2(A) = \Lambda_- \cup \Lambda_+$, причём $\Lambda_- \cap \Lambda_+ = \emptyset$.

Отметим, что в работе [5] при всех размерностях тора \mathbb{T}^d подробно исследованы числовой образ $W(A)$ обобщенной модели Фридрикса в терминах матричных элементов. Выделены случаи, когда множество $W(A)$ замкнуто. Найдены необходимые и достаточные условия для того, чтобы спектр оператора A совпадал с множеством $W(A)$. А связь между числовым образом и спектром модели Фридрикса с двумерным возмущением изучена в работе [6].

Литература:

1. O. Toeplitz. Das algebraische Analogon zu einem Satze von Fejer. Math. Z., 1918, vol. 2, no. 1–2, pp. 187–197.
2. H. Langer, C. Tretter. Spectral decomposition of some nonselfadjoint block operator matrices. J. Operator Theory, 39:2 (1998), 339–359.
3. H. Langer, A. S. Markus, V. I. Matsaev, C. Tretter. A new concept for block operator matrices: the quadratic numerical range. Linear Algebra Appl., 330:1–3 (2001), 89–112.

4. H. Langer, A. S. Markus, C. Tretter. Corners of numerical ranges. In Recent advances in operator theory (Groningen, 1998), vol. 124 of Oper. Theory Adv. Appl., 385–400 (Birkhauser, Basel, 2001).
5. Т.Х. Расулов, Э.Б. Дилмуродов. Исследование числовой области значений одной операторной матрицы. Вестн. Сам. гос. техн. ун-та. Сер. Физ.-мат. науки, 2014. № 2 (35). с. 50–63.
6. Т.Х. Расулов, Э. Дилмуродов. Оценки для квадратичной числовой области значений одной операторной матрицы. Узбекский математический журнал. № 1 (2015), с. 64–74

Неравномерные оценки скорости сходимости в центральной предельной теореме для симметрично зависимых случайных величин

Мамуров Бобохон Жураевич, кандидат физико-математических наук, доцент
Бухарский государственный университет (Узбекистан)

В данной работе рассматриваются неравномерные оценки для последовательности симметрично зависимых случайных величин. В работе [1] изучены теоретико-вероятностные проблемы для вероятностных мер со значениями в пространствах измеримых функций. Будем придерживаться определения и обозначения этой работы.

Пусть (T, Σ) — измеримое пространство, т. е. множество T с выделенной \mathcal{B} — алгеброй Σ его подмножеств. Через $S = S(T, \Sigma)$ будем обозначать совокупность всех измеримых относительно \mathcal{B} - алгебры Σ , **вещественных функций** на пространстве T .

Множество S образует алгебру относительно операций точечного умножения, сложения функций и поточечного умножения на скаляр.

Пусть (T, Σ, m) — вероятностное пространство, т. е. измеримое пространство (T, Σ) с числовой вероятностной мерой m , определенной на элементах \mathcal{B} — алгебры Σ .

Обозначим через S_0^m идеал алгебры $S(T, \Sigma)$ состоящий из тех функций из $S(T, \Sigma)$, которые m — п. в. равны нулю.

Фактор алгебры $L_0(T, \Sigma, m) = S(T, \Sigma) / S_0^m$ обозначим через E .

Через \bar{x} обозначим класс содержащей x . Нуль и единица алгебры E обозначаются соответственно через θ и 1 .

Пусть Ω — непустое множество и F — некоторая алгебра его подмножеств.

Определение 1. E -значной вероятностью на измеримом пространстве (Ω, F) называется \mathcal{B} -аддитивная функция $P: F \rightarrow \{x \in E, \theta \leq x \leq 1\}$ такая, что $P(\Omega) = 1$.

Определение 2. Говорят что пространство (Ω, F, P) с E -значной вероятностью P обладает полноты, если $M \subset A \in F, P(A) = \theta$, то $M \in F$ и $P(M) = \theta$.

Пусть Γ — конечный или бесконечный класс подмножестве из F .

Определение 3. Множества из Γ называются P — независимыми, если

$$P\left(\bigcap_{i=1}^n A_i\right) = \prod_{i=1}^n P(A_i)$$

для любого конечного набора $\{A_i, i=1, 2, \dots, n\}$ различных множеств из Γ .

Пусть G — \mathcal{B} — подалгебры \mathcal{B} — алгебры F .

Определение 4. Вероятность P назовем однородной (или E — однородной) если

$$P(A \cap B) = \overline{I(A)} P(B)$$

для любого $A \in G, B \in F$ ($I(A)$ — индикатор события A).

E -значные вероятности со свойством E -однородности возникают при рассмотрении условных вероятностей.

Действительно, пусть (Ω, F, P) — вероятностное пространство с числовой вероятностью P, G — \mathcal{B} -алгебра в F и $P^G: A \in F \rightarrow P^G(A) \in S(\Omega, G)$ — один из вариантов условной вероятности относительно \mathcal{B} -подалгебры G .

Если $E = L_0(\Omega, G, P)$ – совокупность классов P -эквивалентных случайных величин из $S(\Omega, G)$, то условная вероятность P^G определяется на (Ω, F) E -значную вероятность

$$P(A) = \overline{P^G}(A), A \in F.$$

В этом случае, E -значное математическое ожидание $M\xi = \int \xi dP$ случайной Ω величина ξ есть просто условное математическое ожидание $M^G \xi$, а E -значная функция распределения $F_\xi(\lambda) = P\{\xi < \lambda\}$ есть условная функция распределения

$$F^G(\lambda) = P^G\{\xi < \lambda\}, \lambda \in R^1.$$

При этом P - независимость в точности совпадает с понятием условной независимости относительно \mathcal{B} — подалгебры G .

В работа [2] автором получены неравномерные оценки для последовательности P -независимых случайных величин. В случае, когда вероятность P однородный (или E — однородный) как следствие этого результата можно получить следующую неравномерную оценку для последовательности условно независимых случайных величин.

Теорема 1. Пусть (Ω, F, P) — вероятностное пространство с числовой вероятностью P , G — подалгебра F и $\xi_1, \xi_2, \dots, \xi_n, \dots$ — последовательность условно независимых случайных величин относительно \mathcal{B} — подалгебры G .

Пусть существуют P -п.в. конечные третьи условные моменты

$$M^G|\xi_k|^3 \text{ и } B_n^2 = \sum_{k=1}^n D^G \xi_k > 0 \text{ } P \text{ — п.в..}$$

Тогда $|F^G(\lambda) - \Phi(\lambda)| \leq \frac{C_1 \sum_{k=1}^n M^G|\xi_k|^3}{(1+|\lambda|^3)}$ P - п.в.,

где $F^G(\lambda) = P^G\{\frac{1}{B_n}(\xi_1 + \xi_2 + \dots + \xi_n) < \lambda\}$, $\Phi(\lambda)$ -стандартная нормальная распределения, C_1 - абсолютная константа.

Пусть $\xi_1, \xi_2, \dots, \xi_n, \dots$ последовательность случайных величин заданных в некотором вероятностном пространстве (Ω, F, P) с числовой вероятностью P .

Определение 4. Последовательности случайных величин $\xi_1, \xi_2, \dots, \xi_n, \dots$ назовем симметрично зависимыми, если k -мерная числовая функция распределения $F_{\xi_{n_1}, \xi_{n_2}, \dots, \xi_{n_k}}$

для любого $(\xi_{n_1}, \xi_{n_2}, \dots, \xi_{n_k})$ инвариантна относительно перестановок индексов n_1, n_2, \dots, n_k (индексы n_1, n_2, \dots, n_k предполагаются попарно различными).

Для каждого $n \geq 1$ обозначим через $U_n \mathcal{B}$ — подалгебру в F , порожденную случайными величинами ξ_n, ξ_{n+1}, \dots и пусть $U_\infty = \bigcap_{n=1}^\infty U_n \mathcal{B}$ — алгебра в F асимптотических событий последовательности $\xi_1, \xi_2, \dots, \xi_n, \dots$

Вместо \mathcal{B} — алгебры U_∞ рассмотрим ее P - пополнение $\overline{U_\infty}$, т. е. наименьшую \mathcal{B} — подалгебру в F , содержащую U_∞ и все множество нулевой вероятности P (сама \mathcal{B} — алгебра F предполагается P - полной).

Для симметрично зависимых случайных величин $\xi_1, \xi_2, \dots, \xi_n, \dots$ \mathcal{B} — подалгебра $\overline{U_\infty}$ совпадает с \mathcal{B} — алгеброй $\overline{B_\infty}$ где, $\overline{B_\infty}$ P — пополнение \mathcal{B} — алгебры $B_\infty = \bigcap_{n=1}^\infty B_n$, и B_n — \mathcal{B} — алгебра, порожденная событиями, симметрично зависящими от $\xi_1, \xi_2, \dots, \xi_n$ и произвольно зависящими от $\xi_{n+1}, \xi_{n+2}, \dots$

Теорема 2. (см. например [1]). Если последовательность случайных величин $\xi_1, \xi_2, \dots, \xi_n, \dots$ на вероятностном пространстве (Ω, F, P) является симметрично зависимой, то случайные величины $\xi_1, \xi_2, \dots, \xi_n, \dots$ являются условно независимыми и имеет одинаковые условные распределения относительно \mathcal{B} — алгебры $\overline{B_\infty}$ асимптотических событий последовательности $\xi_1, \xi_2, \dots, \xi_n, \dots$

Обратно, пусть V - произвольная P - полная \mathcal{B} — подалгебра в F и $\xi_1, \xi_2, \dots, \xi_n, \dots$ — последовательность случайных величин на (Ω, F, P) , которые условно V ; тогда случайные величины $\xi_1, \xi_2, \dots, \xi_n, \dots$ симметрично зависимы и $\overline{B_\infty} = V$.

В частности, симметрично зависимые случайные величины $\xi_1, \xi_2, \dots, \xi_n, \dots$ независимы в том и только в том случае, когда \mathcal{B} — алгебры $\overline{B_\infty}$ вырождена.

С помощью этой теоремы, связывающего понятие, симметричной зависимости случайных величин и условной независимости случайных величин с одной и той же условной функцией распределения из теоремы 1 можно получить следующие неравномерные оценки для последовательности симметрично зависимых случайных величин.

Теорема 3. Пусть $\xi_1, \xi_2, \dots, \xi_n, \dots$ — последовательность симметрично зависимых случайных величин на вероятностном пространстве (Ω, \mathcal{F}, P) и $U = \overline{U_\infty}$ -P-пополнение \mathcal{B} — алгебры асимптотических событий этой последовательности.

Предположим, что существуют P-п. в. конечные третьи условные моменты

$$M^U |\xi_k|^3 \text{ и } B_n^2 = \sum_{k=1}^n D^U \xi_k > 0 \text{ P- п. в.}$$

$$\text{Тогда } |F^U(\lambda) - \Phi(\lambda)| \leq \frac{C_2 \sum_{k=1}^n M^U |\xi_k|^3}{(1+|\lambda|^3)} \text{ P- п. в.,}$$

где, $F^U(\lambda) = P^U \left\{ \frac{1}{B_n} (\xi_1 + \xi_2 + \dots + \xi_n) < \lambda \right\}$, $\Phi(\lambda)$ — стандартная нормальная распределения, C_2 — абсолютная константа.

Литература:

1. Кучкаров, Я. Вероятностные распределения со значениями в пространствах измеримых функций. Ташкент, Фан. 1984, 176 стр.
2. Мамуров, Б. Ж. Неравномерные оценки скорости сходимости в центральной предельной теореме для L0-значных вероятностей. — Докл. АН УзССР, 1985, № 2, с. 3–5.

Решение дифференциальных уравнений методом последовательностей

Меражова Шахло Бердиевна, старший преподаватель;
 Журакулова Фарангис Мурот кизи, студент
 Бухарский государственный университет (Узбекистан)

В этой статье описывается метод последовательных приближений для решения обыкновенных дифференциальных уравнений.

Дифференциальные уравнения, имеют широкое применение в физике, в механике, в дифференциальной геометрии, в вариационной исчисление, в химии, в биологии, в электротехнике, в экономике и в других сферах науки.

Многие процессы описываются при помощи дифференциальных уравнений. Эти дифференциальные уравнения являются математической моделью данного процесса. Характеризуя математику как метод проникновения в тайны природы, можно сказать, что основным путем применения этого метода является формирование и изучение математических моделей реального мира. Изучая какие-либо физические явления, исследователь, прежде всего создает его математическую идеализацию или, другими словами, математическую модель, то есть, пренебрегая второстепенными характеристиками явления, он записывает основные законы, управляющие этим явлением, в математической форме. Очень часто эти законы можно выразить в виде дифференциальных уравнений.

Определение 1. Дифференциальным уравнением называется уравнение, связывающее искомую функцию некоторой переменной, эту переменную и производную и производные различных порядков данной функции:

$$F(x, y, y', y'', \dots, y^{(n)}) = 0.$$

Если неизвестная функция в дифференциальном уравнении является функцией от одной переменной, тогда это уравнения называется обыкновенным дифференциальным уравнением. Если неизвестная функция в дифференциальном уравнении является функцией от многих переменных, тогда это уравнения называется дифференциальным уравнением в частных производных.

В частном случае мы рассмотрим обыкновенное дифференциальное уравнение первого порядка, который имеет следующий вид:

$$F(x, y, y') = 0$$

Если это уравнение можно представить в следующем виде:

$$\frac{dy}{dx} = f(x, y) \quad (1)$$

тогда это уравнения называется дифференциальным уравнением разрешенное относительно производной.

Определение 2 ([1]). Пусть задано уравнение (1) и функция $f(x, y)$ определена в области Γ плоскости \mathbb{R}^2 . Если для функции $\varphi(x)$ определенной на интервале I выполняются следующие условия

$$\left. \begin{array}{l} 1^\circ (x, \varphi(x)) \in \Gamma, \Gamma \subset \mathbb{R}^2, x \in I \\ 2^\circ \varphi(x) \in C^1(I) \\ 3^\circ \frac{d\varphi(x)}{dx} = f(x, \varphi(x)), x \in I \end{array} \right\} \quad (2)$$

Тогда эта функция на интервале I называется решением (1) дифференциального уравнения. Решение, заданного в неявном виде, называется интегралом дифференциального уравнения.

График решения (интеграла) дифференциального уравнения называется интегральной кривой.

Пусть задано уравнение (1) и функция $f(x, y)$ определена, непрерывна в области Γ плоскости \mathbb{R}^2 и интервал I является интервалом на оси Ox , которому принадлежит точка x_0 . Требуется найти такую функцию $y = \varphi(x)$ определенной на интервале I , для которой выполняются следующие условия

$$\left. \begin{array}{l} 1^\circ (x, \varphi(x)) \in \Gamma, \quad x \in I \\ 2^\circ \varphi'(x) = f(x, \varphi(x)) \quad (x \in I) \\ 3^\circ \varphi(x_0) = y_0, (x_0, y_0) \in \Gamma \end{array} \right\} \quad (3)$$

Эта задача записывается следующим образом: $y' = f(x, y)$, $y(x_0) = y_0$ и называется задачей Коши для (1) уравнения.

Задачу Коши, поставленную для любого дифференциального уравнения нельзя решать аналитически.

Из теоремы существования и единственности решения задачи Коши дифференциального уравнения, для метода последовательности можно получать следующие формулы:

$$y_0(x) = y_0 \quad (\text{нулевое приближение})$$

$$y_1(x) = y_0 + \int_{x_0}^x f(\tau, y_0) d\tau \quad (1\text{-ое приближение})$$

$$y_2(x) = y_0 + \int_{x_0}^x f(\tau, y_1(\tau)) d\tau \quad (2\text{-ое приближение})$$

$$y_n(x) = y_0 + \int_{x_0}^x f(\tau, y_{n-1}(\tau)) d\tau \quad (n\text{-ое приближение})$$

Применение этой формулы посмотрим в одном примере,

Пример.

$$y' - y = -x^2 \quad y(0) = 0$$

Точное решение этого уравнения: $y(x) = x^2 + 2x + 2 - 2e^x$

Решение 3-го приближения следующее:

В частном случае мы рассмотрим обыкновенное дифференциальное уравнение первого порядка, который имеет следующий вид:

$$F(x, y, y') = 0$$

Если это уравнение можно представить в следующем виде:

$$\frac{dy}{dx} = f(x, y) \tag{1}$$

тогда это уравнения называется дифференциальным уравнением разрешенное относительно производной.

Определение 2([1]). Пусть задано уравнение (1) и функция $f(x, y)$ определена в области Γ плоскости \mathbb{R}^2 . Если для функции $\varphi(x)$ определенной на интервале I выполняются следующие условия

$$\left. \begin{array}{l} 1^\circ (x, \varphi(x)) \in \Gamma, \Gamma \subset \mathbb{R}^2, x \in I \\ 2^\circ \varphi(x) \in C^1(I) \\ 3^\circ \frac{d\varphi(x)}{dx} = f(x, \varphi(x)), x \in I \end{array} \right\} \tag{2}$$

Литература:

1. Салохиддинов, М. С., Насриддинов Г. Н. Одний дифференциал тенгламалар. Тошкент, Ўзбекистон», 1994 й.
2. Н. Ш. Кремер. Высшая математика для экономистов. Москва, Юнити, 2007 г.
3. Филиппов, А. Ф. Сборник задач по дифференциальным уравнениям. М. наука, 1979 (5-е издание).

Резольвента решетчатой модели «спин-бозон» не более чем с одним фотоном

Мустафоева Зарина Эркин кизи, студент
Бухарский государственный университет (Узбекистан)

В хорошо известной модели светового излучения (так называемой модели «спин-бозон», см. [1–3]) предполагается, что атом, который может находиться в двух состояниях — основном с энергией — ε и возбужденном с энергией ε , испускает и поглощает фотоны, переходя из одного состояния в другое. Оператор энергии такой системы обозначим через H .

Задача о полном спектральном описании оператора H представляется довольно трудной. В связи с этим будет естественно рассмотреть упрощенные (“урезанные”) модели, отличающиеся от модели H тем, что возможное число фотонов в них ограничено и не превосходит $n, n \in \mathbb{N}$. В настоящей работе рассматриваем случай $n = 1$. Гильбертовым пространством состояний такой модели служит пространство $\mathcal{H} := \mathcal{H}_0 \oplus \mathcal{H}_1$, где $\mathcal{H}_0 := \mathbb{C}^2$ — двумерное комплексное пространство и $\mathcal{H}_1 := L_2(\mathbb{T}^d, \mathbb{C}^2)$ гильбертово пространство квадратично — интегрируемых функций, определенных на d -мерном торе \mathbb{T}^d со значениями в \mathbb{C}^2 .

Рассмотрим оператор h задающийся как 2×2 блочно-операторная матрица

$$h := \begin{pmatrix} h_{00} & h_{01} \\ h_{01}^* & h_{11} \end{pmatrix}$$

с матричными элементами $h_{ij}: \mathcal{H}_j \rightarrow \mathcal{H}_i, i \leq j, i, j = 0, 1$:

$$h_{00}f_0^{(\sigma)} = \sigma\varepsilon f_0^{(\sigma)}, h_{01}f_1^{(\sigma)} = \alpha \int v(s)f_1^{(-\sigma)}(s)ds,$$

$$\left(h_{11}f_1^{(\sigma)} \right) (x) = (\sigma\varepsilon + \omega(x))f_1^{(\sigma)}(x), \sigma = \pm.$$

Здесь и в дальнейшем интеграл без указания пределов всюду означает интегрирование по всей области изменения переменных интегрирований, $f = \{f_0^{(\sigma)}, f_1^{(\sigma)}, \sigma = \pm\} \in \mathcal{H}$, h_{01}^* сопряженный оператор к h_{01} , $\omega(k)$ — энергия фотона с импульсом k , $v(\cdot)$ — вещественная непрерывная функция на \mathbb{T}^d и $\alpha > 0$ — “параметр взаимодействия”. При этом $\omega(\cdot)$ — есть непрерывная функция на \mathbb{T}^d и

$$\min_{x \in \mathbb{T}^d} \omega(x) = 0.$$

В таких предположениях оператор h является ограниченным и самосопряженным оператором в \mathcal{H} .

Можно показать, что

$$\sigma_{ess}(h) = [-\varepsilon; -\varepsilon + M] \cup [\varepsilon; \varepsilon + M], \quad M := \max_{x \in \mathbb{T}^d} \omega(x).$$

В непрерывном случае [1 – 3] существенный спектр соответствующей модели состоит из полуоси $[-\varepsilon, \infty)$, а в данном случае видно, что существенный спектр оператора h есть объединение двух отрезков конечной длины, причем они не пересекаются при $\varepsilon > M/2$.

Определим регулярную в $\mathbb{C} \setminus [-\sigma\varepsilon; M - \sigma\varepsilon]$ функцию

$$\Delta_\sigma(z) := \sigma\varepsilon - z - \alpha^2 \int \frac{v^2(s) ds}{-\sigma\varepsilon + \omega(s) - z}.$$

Установим связь между собственными значениями оператора h и нулями функции $\Delta_\sigma(\cdot)$.

Лемма 1. Число $z \in \mathbb{C} \setminus \sigma_{ess}(h)$ является собственным значением оператора h тогда и только тогда, когда $\Delta_-(z)\Delta_+(z) = 0$.

Из леммы 1 вытекает, что

$$\sigma_{disc}(h) = \{z \in \mathbb{C} \setminus \sigma_{ess}(h) : \Delta_-(z)\Delta_+(z) = 0\}.$$

Теперь опишем резольвенты оператора h . Сначала отметим, что для спектра оператора h имеет место равенство $\sigma(h) = [-\varepsilon; -\varepsilon + M] \cup [\varepsilon; \varepsilon + M] \cup \{z : \Delta_-(z)\Delta_+(z) = 0\}$.

При каждом фиксированном $z \in \mathbb{C} \setminus \sigma(h)$ введем блочно-операторную матрицу $r(z)$ размером 2×2 , действующую в \mathcal{H} как

$$r(z) = \begin{pmatrix} r_{00}(z) & r_{01}(z) \\ r_{10}(z) & r_{11}(z) \end{pmatrix}, \quad (1)$$

где матричные элементы $r_{ij}(z) : \mathcal{H}_j \rightarrow \mathcal{H}_i, i, j = 0, 1$ определяются равенствами:

$$r_{00}(z)g_0^{(\sigma)} = \frac{g_0^{(\sigma)}}{\Delta_\sigma(z)}, r_{01}(z)g_1^{(\sigma)} = -\frac{\alpha}{\Delta_\sigma(z)} \int \frac{v(s)g_1^{(-\sigma)}(s)}{-\sigma\varepsilon + \omega(s) - z} ds,$$

$$(r_{10}(z)g_0^{(\sigma)})(x) = -\frac{\alpha v(x)g_0^{(-\sigma)}}{\Delta_{-\sigma}(z)(\sigma\varepsilon + \omega(x) - z)},$$

$$(r_{11}(z)g_1^{(\sigma)})(x) = \frac{g_1^{(\sigma)}(x)}{\sigma\varepsilon + \omega(x) - z} + \frac{\alpha^2 v(x)}{\Delta_{-\sigma}(z)(\sigma\varepsilon + \omega(x) - z)} \int \frac{v(s)g_1^{(\sigma)}(s)}{\sigma\varepsilon + \omega(s) - z} ds.$$

Здесь $g = \{g_0^{(\sigma)}, g_1^{(\sigma)}, \sigma = \pm\} \in \mathcal{H}$.

Основным результатом настоящей работы является следующая теорема.

Теорема 1. При каждом фиксированном $z \in \mathbb{C} \setminus \sigma(h)$ резольвента $r(z)$ оператора h действует по формуле (1).

При доказательстве теоремы 1 используются элементы функционального анализа. Обычно с помощью детального исследования резольвенты доказывается существования соответствующего обратного волнового оператора.

Автор приносит благодарность к. ф.-м.н., доц. Т. Х. Расулову за постановку задачи и обсуждение результатов работы.

Литература:

1. M. Huebner, H. Spohn. Spectral properties of spin-boson Hamiltonian. *Annales de l'Institut Henri Poincaré*, 62:3 (1995), 289–323.
2. R. A. Minlos, H. Spohn. The three-body problem in radioactive decay: the case of one atom and at most two photons. *Topics in Statistical and Theoretical Physics, American Mathematical Society Translations-Series 2*, 177 (1996), 159–193.
3. H. Spohn. Ground states of the spin-boson Hamiltonian. *Communications in Mathematical Physics*, 123 (1989), 277–304.

Существенный спектр модельного трехчастичного оператора Шредингера на решетке

Мустафоева Зарина Эркин кизи, студент
Бухарский государственный университет (Узбекистан)

Исследованию существенного спектра непрерывных и дискретных операторов Шредингера посвящены многие работы (см., например, [1] и [2], соответственно). В работе [2] доказано, что существенный спектр трехчастичного дискретного оператора Шредингера состоит из объединения не более чем конечного числа отрезков даже в том случае, когда соответствующий двухчастичный дискретный оператор Шредингера имеет бесконечное число собственных значений.

В настоящей работе рассматривается модельный оператор H , ассоциированный с системой трех частиц на решетке. Описано местоположение существенного спектра оператора H , т. е. выделены двухчастичная и трехчастичная ветви существенного спектра оператора H .

Следует отметить, что двухчастичная и трехчастичная ветви существенного спектра трехчастичного непрерывного оператора Шредингера представляют собой полубесконечные прямые и пересекаются. В рассматриваемой нами ситуации непрерывного случая такие ветви существенного спектра оператора H заполняют отрезки конечной длины, и они могут не пересекаться, т. е. возникает лакуна. Поэтому необходимо изучать ветви существенного спектра по обе стороны трехчастичной ветви. В работах [3,4], доказано, что рассматриваемые решетчатые операторы не имеют частей существенного и дискретного спектров правее трехчастичной ветви.

Пусть $\mathbb{T}^d - d$ — мерный куб с соответствующим отождествлением противоположных граней. Всяду в работе \mathbb{T}^d рассматривается как абелева группа, в которой операции сложения и умножения на вещественное число введены как операции сложения и умножения на вещественное число в \mathbb{R}^d по модулю $(2\pi\mathbb{Z})^d$, где \mathbb{R} и \mathbb{Z} — множества всех вещественных и целых чисел, соответственно.

Пусть $L_2(\mathbb{T}^d)$ — гильбертово пространство квадратично — интегрируемых (комплекснозначных) функций, определенных на \mathbb{T}^d и $L_2^s((\mathbb{T}^d)^2)$ — гильбертово пространство квадратично — интегрируемых симметричных (комплекснозначных) функций, определенных на $(\mathbb{T}^d)^2$.

Рассмотрим трехчастичный модельный оператор H , действующий в гильбертовом пространстве $L_2^s((\mathbb{T}^d)^2)$, по формуле

$$(Hf)(x, y) = \varepsilon(x + y)f(x, y) - \mu_1 v_1(x) \int v_1(t)f(t, y)dt - \mu_1 v_1(y) \int v_1(t)f(x, t)dt - \mu_2 \int v_2(t)f(t, x + y - t)dt$$

Здесь и в дальнейшем интеграл без указания пределов всюду означает интегрирование по всей области изменения переменных интегрирований, μ_1, μ_2 — положительные числа, $\varepsilon(\cdot), v_1(\cdot), v_2(\cdot)$ — вещественнозначные непрерывные функции на \mathbb{T}^d .

При этих предположениях оператор H является ограниченным и самосопряженным в гильбертовом пространстве $L_2^s((\mathbb{T}^d)^2)$.

Пусть \mathbb{C} — комплексная плоскость. При каждом фиксированном $x \in \mathbb{T}^d$ определим регулярную в $\mathbb{C} \setminus [m(x), M(x)]$ функции

$$\Delta_1(x; z) := 1 - \mu_1 \int \frac{v_1^2(t)}{\varepsilon(x+t) - z} dt;$$

$$\Delta_2(x; z) := \varepsilon(x) - z - \mu_2 \int v_2(t) dt,$$

где числа $m(x)$ и $M(x)$ определяются равенствами

$$m(x) := \min_{y \in \mathbb{T}^d} \varepsilon(x + y), M(x) := \max_{y \in \mathbb{T}^d} \varepsilon(x + y).$$

Пусть σ — множество тех точек $z \in \mathbb{C}$, для которых равенство

$$\Delta_1(x, z) = 0 \text{ имеет место хотя бы для одного } x \in \mathbb{T}^d \text{ и}$$

$$m := \min_{x \in \mathbb{T}^d} \varepsilon(x), M := \max_{x \in \mathbb{T}^d} \varepsilon(x);$$

$$a := m - \mu_2 \int v_2(t) dt, b := M - \mu_2 \int v_2(t) dt.$$

Видно, что при каждом фиксированном $x \in \mathbb{T}^d$ функция $\Delta_1(x; \cdot)$ монотонно убывает на полуосях $(-\infty; m(x))$ и $(M(x); +\infty)$. Поэтому при всех $x \in \mathbb{T}^d$ и $z \in (M(x); +\infty)$ верно $\Delta_1(x; z) > 1$. Следовательно, для любого $x \in \mathbb{T}^d$ функция $\Delta_1(x; \cdot)$ имеет не более чем один простой нуль, лежащей левее $m(x)$. Отсюда следует, что

$$\sigma \cap (M; +\infty) = \emptyset.$$

Следующая теорема описывает местоположение существенного спектра оператора H .

Теорема. Для существенного спектра $\sigma_{\text{ess}}(H)$ оператора H имеет место равенство

$$\sigma_{\text{ess}}(H) = [m; M] \cup [a; b] \cup \sigma.$$

Вводим новые подмножества существенного спектра оператора H .

Определение. Множества $[a; b] \cup \sigma$ и $[m; M]$ называются, соответственно, двухчастичной и трехчастичной ветвями существенного спектра оператора H .

Замечание. Если $v_2(\cdot)$ — нечетная функция, т. е.

$$v_2(-x) = -v_2(x)$$

при всех $x \in \mathbb{T}^d$, то справедливо равенство

$$\sigma_{\text{ess}}(H) = [m; M] \cup \sigma.$$

Очевидно, что если $v_2(x) \geq 0$ при всех $x \in \mathbb{T}^d$, то из свойства монотонности интеграла Лебега следует, что $a \leq m$ и $b \leq M$. Следовательно, в этом случае двухчастичная ветвь расположена левее трехчастичной ветви существенного спектра оператора H . Если $v_2(x) \leq 0$ при всех $x \in \mathbb{T}^d$, то из свойства монотонности интеграла Лебега следует, что $a \geq m$ и $b \geq M$. В данном случае часть двухчастичной ветви существенного спектра расположено правее трехчастичной ветви существенного спектра оператора H .

Если для функции $v_2(\cdot)$ имеет место неравенство

$$\int v_2(s) ds < 0,$$

то $b > M$ и тем самым появляется часть существенного спектра оператора H , правее трехчастичной ветви. Отметим, что появление двухчастичных ветвей по обе стороны трехчастичной ветви существенного спектра оператора H играет важную роль при изучении конечности частей дискретного спектра, расположенных там, а также на лакунах существенного спектра.

Автор приносит благодарность к. ф.-м.н., доц. Т. Х. Расулову за постановку задачи и обсуждение результатов работы.

Литература:

1. Г.М. Жислин. Исследование спектра оператора Шредингера для системы многих частиц. Труды Моск. матем. об-ва. 1960, Т. 9, с. 81–120.
2. S. Albeverio, S.N. Lakaev, Z.I. Muminov. On the structure of the essential spectrum for the three-particle Schroedinger operators on lattices. Math. Nachr. 2007, Vol. 280, № 7, Pp. 699–716.
3. S. Albeverio, S.N. Lakaev, R. Kh. Djumanova. The essential and discrete spectrum of a model operator associated to a system of three identical quantum particles. Rep. Math. Phys., 2009, Vol. 63, no. 3, pp. 359–380.

4. S. Albeverio, S. N. Lakaev, Z. I. Muminov. On the number of eigenvalues of a model operator associated to a system of three — particles on lattices. Russian J. Math. Phys., 2007, Vol. 14, no. 4, pp. 377–387.

Анализ и применение совпадающих минимумов одной функции многих переменных

Шарипова Наргиза Холиковна, учитель математики;
Розикова Хуршида Абдумаликовна, учитель математики
Гиждуванский профессиональный колледж сервисного обслуживания (Узбекистан)

Пусть T^3 — трехмерный тор, т. е. трехмерный куб с соответствующим отождествлением противоположных граней. Всяду в работе T^3 рассматривается как абелева группа, в которой операции сложения и умножения на вещественное число введены как операции сложения и умножения на вещественное число в R^3 по модулю $(2\pi Z)^3$. Например, если

$$a = \left(\frac{\pi}{2}, \frac{\pi}{2}, \frac{\pi}{2}\right), \quad b = \left(\frac{2\pi}{3}, \frac{2\pi}{3}, \frac{2\pi}{3}\right) \in T^3,$$

то

$$a + b = \left(-\frac{5\pi}{6}, -\frac{5\pi}{6}, -\frac{5\pi}{6}\right), \quad 6a = (\pi, \pi, \pi) \in T^3.$$

Рассмотрим функцию многих переменных следующего вида

$$w(p, q) = \varepsilon(p) + \varepsilon(p + q) + \varepsilon(q),$$

где $\varepsilon(p) = 3 - \cos(np_1) - \cos(np_2) - \cos(np_3)$, $p = (p_1, p_2, p_3) \in T^3$. Здесь, n — некоторое натуральное число.

Простые вычисления показывают, что

$$\frac{\partial w(p, q)}{\partial p_i} = n \sin(np_i) + n \sin(np_i + nq_i), \quad i = 1, 2, 3;$$

$$\frac{\partial w(p, q)}{\partial p_i \partial p_i} = n^2 \cos(np_i) + n^2 \cos(np_i + nq_i),$$

$$\frac{\partial w(p, q)}{\partial p_i \partial q_i} = n^2 \cos(np_i + nq_i), \quad i = 1, 2, 3;$$

$$\frac{\partial w(p, q)}{\partial p_i \partial p_j} = 0, \quad \frac{\partial w(p, q)}{\partial p_i \partial q_j} = 0, \quad i \neq j, \quad i, j = 1, 2, 3.$$

Теперь изучаем точки невырожденного минимума функции $w(\cdot, \cdot)$.

Случай 1. Пусть $n = 1$. Тогда функция $w(\cdot, \cdot)$ имеет единственный невырожденный минимум в точке $(0, 0) \in (T^3)^2$. Действительно, в этом случае

$$\left(\frac{\partial^2 w(0, 0)}{\partial p_i \partial p_j}\right)_{i, j=1}^3 = 2E, \quad \left(\frac{\partial^2 w(0, 0)}{\partial p_i \partial q_j}\right)_{i, j=1}^3 = E,$$

где E — единичная матрица размера 3×3 . Поэтому для функции $\tilde{w}(k) = w(p, q)$, где

$$k = (k_1, k_2, k_3, k_4, k_5, k_6) \in T^6,$$

$$k_1 := p_1, k_2 := p_2, k_3 := p_3, k_4 := q_1, k_5 := q_2, k_6 := q_3$$

имеет место равенство

$$\left(\frac{\partial^2 \tilde{w}(0)}{\partial k_i \partial k_j} \right)_{i,j=1}^6 = \begin{pmatrix} 2E & E \\ E & 2E \end{pmatrix}.$$

Очевидно, что последняя матрица положительно определенная, и следовательно, функция $w(\cdot, \cdot)$ имеет единственный невырожденный минимум в точке $(0,0) \in (T^3)^2$.

Случай 2. Пусть $n = 2$. Введем следующие точки из T^3 :

$$P_1 := (0,0,0), P_2 := (\pi,0,0), P_3 := (0,\pi,0), P_4 := (0,0,\pi)$$

$$P_5 := (\pi,\pi,0), P_6 := (\pi,0,\pi), P_7 := (0,\pi,\pi), P_8 := (\pi,\pi,\pi).$$

В данном случае функция $w(\cdot, \cdot)$ имеет совпадающий невырожденный минимум в точках $(P_k, P_l) \in (T^3)^2$, $k, l = \overline{1,8}$ и имеет место соотношение

$$\left(\frac{\partial^2 w(P_k, P_l)}{\partial p_i \partial p_j} \right)_{i,j=1}^3 = 8E, \left(\frac{\partial^2 w(P_k, P_l)}{\partial p_i \partial q_j} \right)_{i,j=1}^3 = 4E, k, l = \overline{1,8}.$$

Следовательно,

$$\left(\frac{\partial^2 \tilde{w}(P_{kl})}{\partial k_i \partial k_j} \right)_{i,j=1}^6 = \begin{pmatrix} 8E & 4E \\ 4E & 8E \end{pmatrix}, P_{kl} := (P_k, P_l).$$

Так как последняя матрица положительно определенная, и следовательно, функция $w(\cdot, \cdot)$ имеет невырожденный минимум в точках $(P_k, P_l) \in (T^3)^2$, $k, l = \overline{1,8}$.

Случай 3. Пусть $n = 3$. Введем следующие точки из T^3 :

$$P_1 := (0,0,0), P_2 := \left(\frac{2\pi}{3}, 0, 0\right), P_3 := \left(0, \frac{2\pi}{3}, 0\right), P_4 := \left(0, 0, \frac{2\pi}{3}\right), P_5 := \left(\frac{2\pi}{3}, \frac{2\pi}{3}, 0\right),$$

$$P_6 := \left(\frac{2\pi}{3}, 0, \frac{2\pi}{3}\right), P_7 := \left(0, \frac{2\pi}{3}, \frac{2\pi}{3}\right), P_8 := \left(-\frac{2\pi}{3}, 0, 0\right), P_9 := \left(0, -\frac{2\pi}{3}, 0\right),$$

$$P_{10} := \left(0, 0, -\frac{2\pi}{3}\right), P_{11} := \left(-\frac{2\pi}{3}, -\frac{2\pi}{3}, 0\right), P_{12} := \left(-\frac{2\pi}{3}, 0, -\frac{2\pi}{3}\right), P_{13} := \left(0, -\frac{2\pi}{3}, -\frac{2\pi}{3}\right),$$

$$P_{14} := \left(\frac{2\pi}{3}, -\frac{2\pi}{3}, 0\right), P_{15} := \left(-\frac{2\pi}{3}, \frac{2\pi}{3}, 0\right), P_{16} := \left(\frac{2\pi}{3}, 0, -\frac{2\pi}{3}\right), P_{17} := \left(-\frac{2\pi}{3}, 0, \frac{2\pi}{3}\right),$$

$$P_{18} := \left(0, \frac{2\pi}{3}, -\frac{2\pi}{3}\right), P_{19} := \left(0, -\frac{2\pi}{3}, \frac{2\pi}{3}\right), P_{20} := \left(\frac{2\pi}{3}, \frac{2\pi}{3}, \frac{2\pi}{3}\right), P_{21} := \left(-\frac{2\pi}{3}, -\frac{2\pi}{3}, -\frac{2\pi}{3}\right),$$

$$P_{22} := \left(\frac{2\pi}{3}, -\frac{2\pi}{3}, -\frac{2\pi}{3}\right), P_{23} := \left(-\frac{2\pi}{3}, \frac{2\pi}{3}, -\frac{2\pi}{3}\right), P_{24} := \left(-\frac{2\pi}{3}, -\frac{2\pi}{3}, \frac{2\pi}{3}\right),$$

$$P_{25} := \left(-\frac{2\pi}{3}, \frac{2\pi}{3}, \frac{2\pi}{3}\right), P_{26} := \left(\frac{2\pi}{3}, -\frac{2\pi}{3}, \frac{2\pi}{3}\right), P_{27} := \left(\frac{2\pi}{3}, \frac{2\pi}{3}, -\frac{2\pi}{3}\right).$$

В данном случае функция $w(\cdot, \cdot)$ имеет совпадающий невырожденный минимум в точках $(P_k, P_l) \in (T^3)^2$, $k, l = \overline{1,27}$ и имеет место соотношение

$$\left(\frac{\partial^2 w(P_k, P_l)}{\partial p_i \partial p_j} \right)_{i,j=1}^3 = 18E, \left(\frac{\partial^2 w(P_k, P_l)}{\partial p_i \partial q_j} \right)_{i,j=1}^3 = 9E, k, l = \overline{1,27}.$$

Следовательно, функция $w(\cdot, \cdot)$ имеет невырожденный минимум в точках $(P_k, P_l) \in (T^3)^2$, $k, l = \overline{1, 27}$.

Теперь остановимся коротко на применениях. Случай $n = 1$ обсуждался в работе [1], где изучено существование эффекта Ефимова для матричных операторов. Случай $n = 2$ обсуждался в работе [2], где доказана бесконечность числа собственных значений, лежащих в лакунах существенного спектра одного матричного оператора размера 2×2 . Случай $n = 3$ обсуждался в работе [3]. Там показано существование бесконечного числа собственных значений, лежащих в существенном спектре одного матричного оператора размера 3×3 . Случай произвольного $n \geq 3$ обсуждался в работах [4] и [5], где получена асимптотика дискретного спектра трехчастичного модельного оператора и для матричного оператора размера 3×3 , соответственно.

Литература:

1. S. Albeverio, S. N. Lakaev, T. H. Rasulov. The Efimov Effect for a Model Operator Associated with the Hamiltonian of non Conserved Number of Particles. *Methods of Functional Analysis and Topology*. 13:1 (2007), P. 1–16.
2. M. I. Muminov, T. H. Rasulov. On the eigenvalues of a 2×2 block operator matrix. *Opuscula Mathematica*, 35:3 (2015), P. 371–395.
3. M. I. Muminov, T. H. Rasulov. Embedded eigenvalues of an Hamiltonian in bosonic Fock space. *Communications in Mathematical Analysis*. 17:1 (2014), P. 1–22.
4. Т. Х. Расулов. Асимптотика дискретного спектра одного модельного оператора, ассоциированного с системой трех частиц на решетке. *Теоретическая и математическая физика*. 163:1 (2010), с. 34–44.
5. Т. Х. Расулов. О числе собственных значений одного матричного оператора. *Сибирский математический журнал*. 52:2 (2011), с. 400–415.

ФИЗИКА

Моделирование САР скорости асинхронного двигателя с переменными $\psi_r - i_s$ с контуром потока в системе относительных единиц

Емельянов Александр Александрович, доцент;

Гусев Владимир Михайлович, магистрант;

Пестеров Дмитрий Ильич, студент;

Даниленко Дмитрий Сергеевич, студент

Российский государственный профессионально-педагогический университет (г. Екатеринбург)

Бесклеткин Виктор Викторович, магистрант

Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина (г. Екатеринбург)

Быстрых Денис Анатольевич, начальник конструкторско-технологического бюро

АО «Уральский турбинный завод» (г. Екатеринбург)

Иванин Александр Юрьевич, техник-метролог

НПО «НТЭС» (Республика Татарстан, г. Бугульма)

В наших статьях за 2015 г. приведены математические модели асинхронного двигателя с переменными ψ_r и i_s . Данная работа является модификацией работы [1]: произведены существенные изменения в способе вывода уравнений.

В модель САР скорости асинхронного двигателя введен наблюдатель, с помощью которого производится ориентация системы координат по потокосцеплению ротора. В модель введен контур потокосцепления ротора и исследованы характеристики системы при различных постоянных времени потокосцепления T_ψ .

Векторные уравнения асинхронного двигателя имеют следующий вид:

$$\left\{ \begin{array}{l} \bar{u}_s = r_s \cdot \bar{i}_s + \frac{1}{\Omega_\sigma} \cdot \frac{d\bar{\psi}_s}{dt} + j\omega_k \cdot \bar{\psi}_s; \\ 0 = r_{rk} \cdot \bar{i}_r + \frac{1}{\Omega_\sigma} \cdot \frac{d\bar{\psi}_r}{dt} + j(\omega_k - \omega) \cdot \bar{\psi}_r; \\ \bar{\psi}_s = (l_m + l_{\sigma s}) \cdot \bar{i}_s + l_m \cdot \bar{i}_r; \\ \bar{\psi}_r = (l_m + l_{\sigma r}) \cdot \bar{i}_r + l_m \cdot \bar{i}_s; \\ m = \zeta_N \cdot k_r \cdot (\psi_{rx} \cdot i_{sy} - \psi_{ry} \cdot i_{sx}); \\ m - m_c = T_j \cdot \frac{d\omega_m}{dt}, \end{array} \right.$$

где $\omega = \omega_m \cdot z_p$ — электрическая скорость вращения ротора;

ω_m — механическая угловая скорость на валу двигателя.

Переводим систему уравнений к изображениям:

$$\frac{d}{dt} = s;$$

$$\begin{cases} \bar{u}_s = r_s \cdot \bar{i}_s + \frac{1}{\Omega_0} \cdot s \cdot \bar{\psi}_s + j\omega_k \cdot \bar{\psi}_s; & (1) \\ 0 = r_{rk} \cdot \bar{i}_r + \frac{1}{\Omega_0} \cdot s \cdot \bar{\psi}_r + j(\omega_k - \omega) \cdot \bar{\psi}_r; & (2) \\ \bar{\psi}_s = (l_m + l_{\sigma s}) \cdot \bar{i}_s + l_m \cdot \bar{i}_r; & (3) \\ \bar{\psi}_r = (l_m + l_{\sigma r}) \cdot \bar{i}_r + l_m \cdot \bar{i}_s; & (4) \\ m = \zeta_N \cdot k_r \cdot (\psi_{rx} \cdot i_{sy} - \psi_{ry} \cdot i_{sx}); & (5) \\ m - m_c = T_j \cdot s \cdot \omega_m. & (6) \end{cases}$$

Схема замещения и векторная диаграмма переменных [3] приведены на рис. 1 и 2.

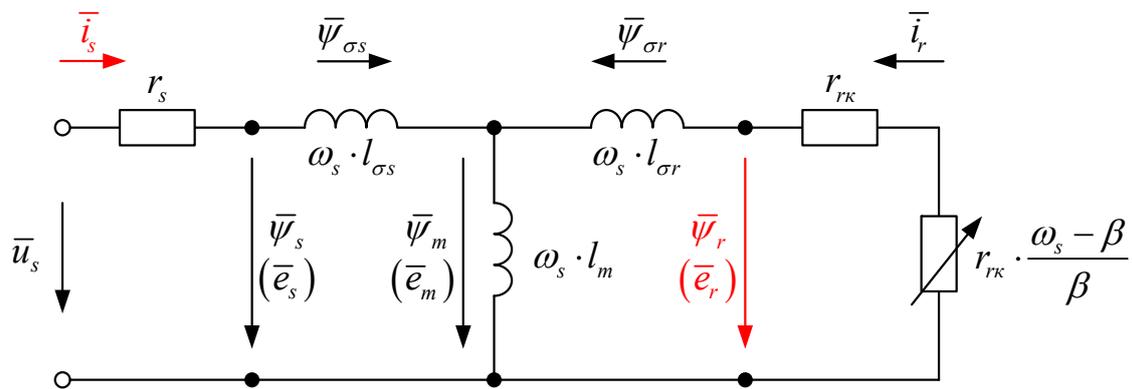


Рис. 1. Схема замещения асинхронного двигателя

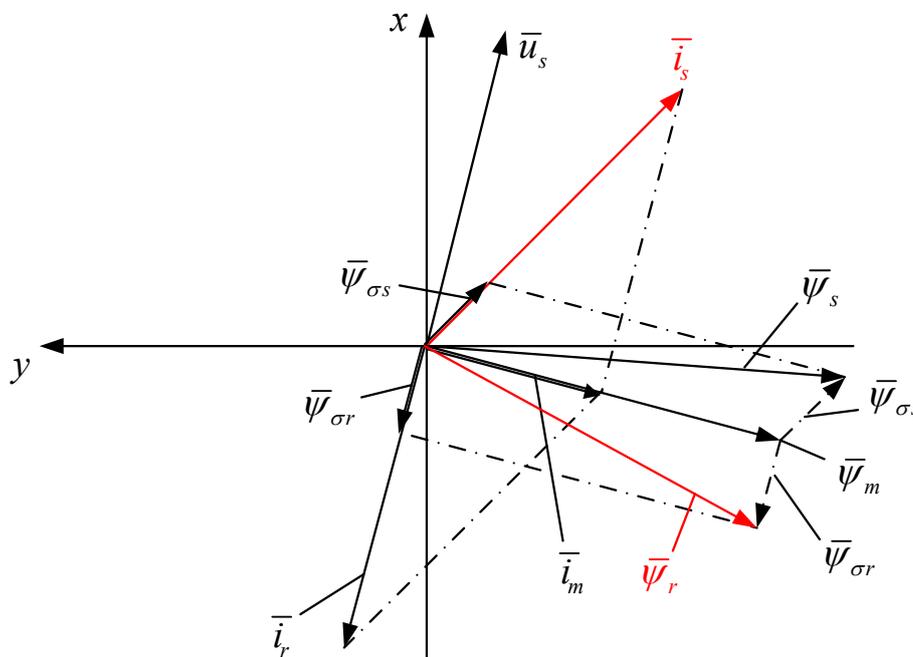


Рис. 2. Качественная картина расположения векторов в двигательном режиме

Разложение векторных величин по проекциям:

$$\bar{u}_s = u_{sx} + ju_{sy};$$

$$\bar{i}_s = i_{sx} + ji_{sy};$$

$$\bar{i}_r = i_{rx} + ji_{ry};$$

$$\bar{\psi}_s = \psi_{sx} + j\psi_{sy};$$

$$\bar{\psi}_r = \psi_{rx} + j\psi_{ry}.$$

Записываем уравнения (1) – (4) по проекциям.

Уравнение (1):

$$u_{sx} + ju_{sy} = r_s \cdot i_{sx} + jr_s \cdot i_{sy} + \frac{1}{\Omega_{\sigma}} \cdot s \cdot \psi_{sx} + j \frac{1}{\Omega_{\sigma}} \cdot s \cdot \psi_{sy} + j\omega_k \cdot \psi_{sx} - \omega_k \cdot \psi_{sy}.$$

$$\text{По оси (+1):} \quad u_{sx} = r_s \cdot i_{sx} + \frac{1}{\Omega_{\sigma}} \cdot s \cdot \psi_{sx} - \omega_k \cdot \psi_{sy}. \quad (1')$$

$$\text{По оси (+j):} \quad u_{sy} = r_s \cdot i_{sy} + \frac{1}{\Omega_{\sigma}} \cdot s \cdot \psi_{sy} + \omega_k \cdot \psi_{sx}. \quad (1'')$$

Уравнение (2):

$$0 = r_{rk} \cdot i_{rx} + jr_{rk} \cdot i_{ry} + \frac{1}{\Omega_{\sigma}} \cdot s \cdot \psi_{rx} + j \frac{1}{\Omega_{\sigma}} \cdot s \cdot \psi_{ry} + j(\omega_k - \omega) \cdot \psi_{rx} - (\omega_k - \omega) \cdot \psi_{ry}.$$

$$\text{По оси (+1):} \quad 0 = r_{rk} \cdot i_{rx} + \frac{1}{\Omega_{\sigma}} \cdot s \cdot \psi_{rx} - (\omega_k - \omega) \cdot \psi_{ry}. \quad (2')$$

$$\text{По оси (+j):} \quad 0 = r_{rk} \cdot i_{ry} + \frac{1}{\Omega_{\sigma}} \cdot s \cdot \psi_{ry} + (\omega_k - \omega) \cdot \psi_{rx}. \quad (2'')$$

Уравнение (3):

$$\psi_{sx} + j\psi_{sy} = (l_m + l_{\sigma s}) \cdot i_{sx} + j(l_m + l_{\sigma s}) \cdot i_{sy} + l_m \cdot i_{rx} + j(l_m \cdot i_{ry}).$$

$$\text{По оси (+1):} \quad \psi_{sx} = (l_m + l_{\sigma s}) \cdot i_{sx} + l_m \cdot i_{rx}. \quad (3')$$

$$\text{По оси (+j):} \quad \psi_{sy} = (l_m + l_{\sigma s}) \cdot i_{sy} + l_m \cdot i_{ry}. \quad (3'')$$

Уравнение (4):

$$\psi_{rx} + j\psi_{ry} = (l_m + l_{\sigma r}) \cdot i_{rx} + j(l_m + l_{\sigma r}) \cdot i_{ry} + l_m \cdot i_{sx} + j(l_m \cdot i_{sy}).$$

$$\text{По оси (+1):} \quad \psi_{rx} = (l_m + l_{\sigma r}) \cdot i_{rx} + l_m \cdot i_{sx}. \quad (4')$$

$$\text{По оси (+j):} \quad \psi_{ry} = (l_m + l_{\sigma r}) \cdot i_{ry} + l_m \cdot i_{sy}. \quad (4'')$$

Так как электромагнитный момент определяется через две переменные i_s и ψ_r , то из уравнений (1'), ..., (4') необходимо исключить переменные i_r и ψ_s .

Из уравнения (4') выразим i_{rx} :

$$i_{rx} = \frac{1}{l_m + l_{\sigma r}} \cdot \frac{l_m}{l_m} \cdot \psi_{rx} - \frac{l_m}{l_m + l_{\sigma r}} \cdot i_{sx}.$$

Обозначим $\frac{l_m}{l_m + l_{\sigma r}} = k_r$, тогда:

$$i_{rx} = \frac{k_r}{l_m} \cdot \psi_{rx} - k_r \cdot i_{sx}. \quad (7)$$

Из уравнения (4'') выразим i_{ry} :

$$\begin{aligned}
 i_{ry} &= \frac{1}{l_m + l_{\sigma r}} \cdot \frac{l_m}{l_m} \cdot \psi_{ry} - \frac{l_m}{l_m + l_{\sigma r}} \cdot i_{sy}; \\
 i_{ry} &= \frac{k_r}{l_m} \cdot \psi_{ry} - k_r \cdot i_{sy}.
 \end{aligned} \tag{8}$$

Подставим уравнение (7) в (3'):

$$\begin{aligned}
 \psi_{sx} &= (l_m + l_{\sigma s}) \cdot i_{sx} + l_m \cdot \left(\frac{k_r}{l_m} \cdot \psi_{rx} - k_r \cdot i_{sx} \right) = (l_m + l_{\sigma s}) \cdot i_{sx} - l_m \cdot \frac{l_m}{l_m + l_{\sigma r}} \cdot i_{sx} + k_r \cdot \psi_{rx} = \\
 &= \left(l_m + l_{\sigma s} - \frac{l_m^2}{l_m + l_{\sigma r}} \right) \cdot i_{sx} + k_r \cdot \psi_{rx}.
 \end{aligned}$$

Обозначим $l_m + l_{\sigma s} - \frac{l_m^2}{l_m + l_{\sigma r}} = k_r \cdot l_{\sigma \varepsilon}$:

$$\begin{aligned}
 l_m + l_{\sigma s} - \frac{l_m^2}{l_m + l_{\sigma r}} &= \frac{(l_m + l_{\sigma s}) \cdot (l_m + l_{\sigma r}) - l_m^2}{l_m + l_{\sigma r}} = \frac{l_m^2 + l_m \cdot l_{\sigma r} + l_m \cdot l_{\sigma s} + l_{\sigma s} \cdot l_{\sigma r} - l_m^2}{l_m + l_{\sigma r}} = \\
 &= \frac{l_m \cdot \left(l_{\sigma r} + l_{\sigma s} + \frac{l_{\sigma s} \cdot l_{\sigma r}}{l_m} \right)}{l_m + l_{\sigma r}} = \frac{l_m \cdot l_{\sigma \varepsilon}}{l_m + l_{\sigma r}} = k_r \cdot l_{\sigma \varepsilon},
 \end{aligned}$$

где $l_{\sigma r} + l_{\sigma s} + \frac{l_{\sigma s} \cdot l_{\sigma r}}{l_m} = l_{\sigma \varepsilon}$.

Отсюда потокоцепление ψ_{sx} определится следующим образом:

$$\psi_{sx} = k_r \cdot l_{\sigma \varepsilon} \cdot i_{sx} + k_r \cdot \psi_{rx}. \tag{9}$$

Подставим (8) в (3''):

$$\begin{aligned}
 \psi_{sy} &= (l_m + l_{\sigma s}) \cdot i_{sy} + l_m \cdot \left(\frac{k_r}{l_m} \cdot \psi_{ry} - k_r \cdot i_{sy} \right) = (l_m + l_{\sigma s}) \cdot i_{sy} - l_m \cdot \frac{l_m}{l_m + l_{\sigma r}} \cdot i_{sy} + k_r \cdot \psi_{ry} = \\
 &= \underbrace{\left(l_m + l_{\sigma s} - \frac{l_m^2}{l_m + l_{\sigma r}} \right)}_{k_r \cdot l_{\sigma \varepsilon}} \cdot i_{sy} + k_r \cdot \psi_{ry};
 \end{aligned}$$

$$\psi_{sy} = k_r \cdot l_{\sigma \varepsilon} \cdot i_{sy} + k_r \cdot \psi_{ry}. \tag{10}$$

Полученные зависимости рассмотрим в единой системе по проекции $x (+1)$:

$$\begin{cases}
 u_{sx} = r_s \cdot i_{sx} + \frac{1}{\Omega_{\sigma}} \cdot s \cdot \psi_{sx} - \omega_k \cdot \psi_{sy}; \\
 0 = r_{rk} \cdot i_{rx} + \frac{1}{\Omega_{\sigma}} \cdot s \cdot \psi_{rx} - (\omega_k - \omega) \cdot \psi_{ry}; \\
 i_{rx} = \frac{k_r}{l_m} \cdot \psi_{rx} - k_r \cdot i_{sx}; \\
 \psi_{sx} = k_r \cdot l_{\sigma \varepsilon} \cdot i_{sx} + k_r \cdot \psi_{rx}; \\
 \psi_{sy} = k_r \cdot l_{\sigma \varepsilon} \cdot i_{sy} + k_r \cdot \psi_{ry}.
 \end{cases}$$

Подставим уравнение (7) в (2'):

$$0 = \frac{r_{rk} \cdot k_r}{l_m} \cdot \psi_{rx} - r_{rk} \cdot k_r \cdot i_{sx} + \left(\frac{1}{\Omega_{\delta}} \cdot s \cdot \psi_{rx} \right) - (\omega_k - \omega) \cdot \psi_{ry}. \tag{11}$$

Из уравнения (11) выразим слагаемое $\left(\frac{1}{\Omega_{\delta}} \cdot s \cdot \psi_{rx} \right)$:

$$\frac{1}{\Omega_{\delta}} \cdot s \cdot \psi_{rx} = r_{rk} \cdot k_r \cdot i_{sx} - \frac{r_{rk} \cdot k_r}{l_m} \cdot \psi_{rx} + (\omega_k - \omega) \cdot \psi_{ry}. \tag{12}$$

Для получения апериодического звена перенесем слагаемые с ψ_{rx} в левую часть:

$$\frac{1}{\Omega_{\delta}} \cdot s \cdot \psi_{rx} + \frac{r_{rk} \cdot k_r}{l_m} \cdot \psi_{rx} = r_{rk} \cdot k_r \cdot i_{sx} + (\omega_k - \omega) \cdot \psi_{ry}.$$

Умножим обе части полученного уравнения на l_m :

$$\left[\left(l_m \cdot \frac{1}{\Omega_{\delta}} \right) \cdot s + r_{rk} \cdot k_r \right] \cdot \psi_{rx} = r_{rk} \cdot k_r \cdot l_m \cdot i_{sx} + l_m \cdot (\omega_k - \omega) \cdot \psi_{ry};$$

$$r_{rk} \cdot k_r \cdot \left[\left(\frac{l_m}{r_{rk} \cdot k_r} \cdot \frac{1}{\Omega_{\delta}} \right) \cdot s + 1 \right] \cdot \psi_{rx} = r_{rk} \cdot k_r \cdot l_m \cdot i_{sx} + l_m \cdot (\omega_k - \omega) \cdot \psi_{ry},$$

где $\frac{l_m}{r_{rk} \cdot k_r} = T_r$ — постоянная времени потока в машинном (ЭВМ) времени ($T_r = 224,028$);

$$\frac{T_r}{\Omega_{\delta}} \text{ — постоянная времени потока в реальном времени } \left(\frac{T_r}{\Omega_{\delta}} = 0,713 \text{ с} \right).$$

Отсюда ψ_{rx} определится в следующей форме:

$$\psi_{rx} = \left[\underbrace{(r_{rk} \cdot k_r \cdot l_m) \cdot i_{sx}}_1 + \underbrace{l_m \cdot (\omega_k - \omega) \cdot \psi_{ry}}_2 \right] \cdot \frac{1 / (r_{rk} \cdot k_r)}{\left(T_r \cdot \frac{1}{\Omega_{\delta}} \right) \cdot s + 1}. \tag{13}$$

Структурная схема для определения потокосцепления ψ_{rx} приведена на рис. 3.

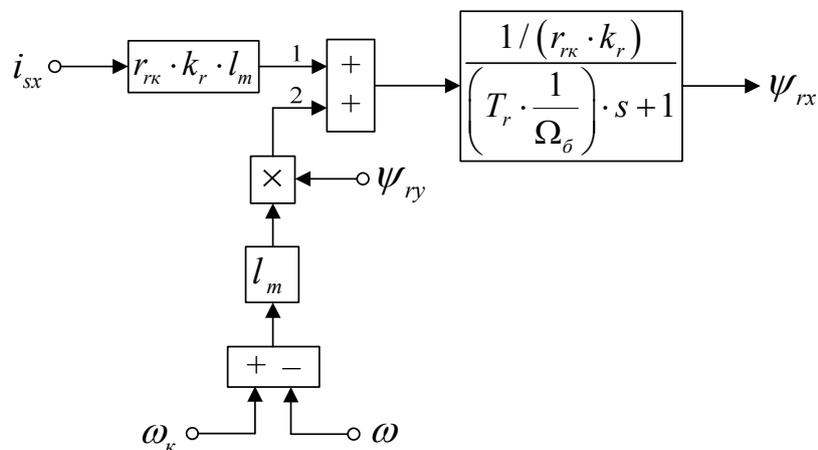


Рис. 3. Структурная схема для определения потокосцепления ψ_{rx}

Подставим выражения ψ_{sx} и ψ_{sy} из уравнений (9) и (10) в уравнение (1'):

$$u_{sx} = r_s \cdot i_{sx} + \frac{1}{\Omega_{\delta}} \cdot s \cdot \underbrace{\left(k_r \cdot l_{\sigma 3} \cdot i_{sx} + k_r \cdot \psi_{rx} \right)}_{\psi_{sx}} - \omega_k \cdot \underbrace{\left(k_r \cdot l_{\sigma 3} \cdot i_{sy} + k_r \cdot \psi_{ry} \right)}_{\psi_{sy}}; \quad (14)$$

$$u_{sx} = r_s \cdot i_{sx} + k_r \cdot l_{\sigma 3} \cdot \left(\frac{1}{\Omega_{\delta}} \cdot s \cdot i_{sx} \right) + k_r \cdot \left(\frac{1}{\Omega_{\delta}} \cdot s \cdot \psi_{rx} \right) - k_r \cdot l_{\sigma 3} \cdot (\omega_k \cdot i_{sy}) - k_r \cdot (\omega_k \cdot \psi_{ry}).$$

В полученное уравнение подставим выражение $\left(\frac{1}{\Omega_{\delta}} \cdot s \cdot \psi_{rx} \right)$ из уравнения (12):

$$u_{sx} = r_s \cdot i_{sx} + k_r \cdot l_{\sigma 3} \cdot \left(\frac{1}{\Omega_{\delta}} \cdot s \cdot i_{sx} \right) + r_{rk} \cdot k_r^2 \cdot i_{sx} - \frac{r_{rk} \cdot k_r^2}{l_m} \cdot \psi_{rx} + k_r \cdot (\omega_k \cdot \psi_{ry}) - k_r \cdot (\omega_k \cdot \psi_{ry}) - k_r \cdot l_{\sigma 3} \cdot (\omega_k \cdot i_{sy}) - k_r \cdot (\omega_k \cdot \psi_{ry}). \quad (15)$$

Перенесем слагаемые с переменными i_{sx} в левую часть:

$$k_r \cdot l_{\sigma 3} \cdot \left(\frac{1}{\Omega_{\delta}} \cdot s \cdot i_{sx} \right) + \underbrace{\left(r_s + r_{rk} \cdot k_r^2 \right)}_{r_3} \cdot i_{sx} = u_{sx} + \frac{r_{rk} \cdot k_r^2}{l_m} \cdot \psi_{rx} + k_r \cdot (\omega_k \cdot \psi_{ry}) + k_r \cdot l_{\sigma 3} \cdot (\omega_k \cdot i_{sy}).$$

Обозначим $r_s + r_{rk} \cdot k_r^2 = r_3$:

$$r_3 \cdot \left[\left(\frac{k_r \cdot l_{\sigma 3}}{r_3} \cdot \frac{1}{\Omega_{\delta}} \right) \cdot s + 1 \right] \cdot i_{sx} = u_{sx} + \frac{r_{rk} \cdot k_r^2}{l_m} \cdot \psi_{rx} + k_r \cdot (\omega_k \cdot \psi_{ry}) + k_r \cdot l_{\sigma 3} \cdot (\omega_k \cdot i_{sy}),$$

где $\frac{k_r \cdot l_{\sigma 3}}{r_3} = T_3$ — постоянная времени статорной обмотки в машинном (ЭВМ) времени ($T_3 = 6,326$);

$\frac{T_3}{\Omega_{\delta}}$ — постоянная времени статорной обмотки в реальном времени $\left(\frac{T_3}{\Omega_{\delta}} = 0,02 \text{ с} \right)$.

Тогда i_{sx} определится в следующей форме:

$$i_{sx} = \left[\frac{u_{sx}}{r_3} + \frac{r_{rk} \cdot k_r^2}{l_m} \cdot \psi_{rx} + \underbrace{k_r \cdot (\omega_k \cdot \psi_{ry})}_4 + \underbrace{k_r \cdot l_{\sigma 3} \cdot (\omega_k \cdot i_{sy})}_3 \right] \cdot \frac{1/r_3}{\left(T_3 \cdot \frac{1}{\Omega_{\delta}} \right) \cdot s + 1}.$$

Структурная схема для определения тока i_{sx} дана на рис. 4.

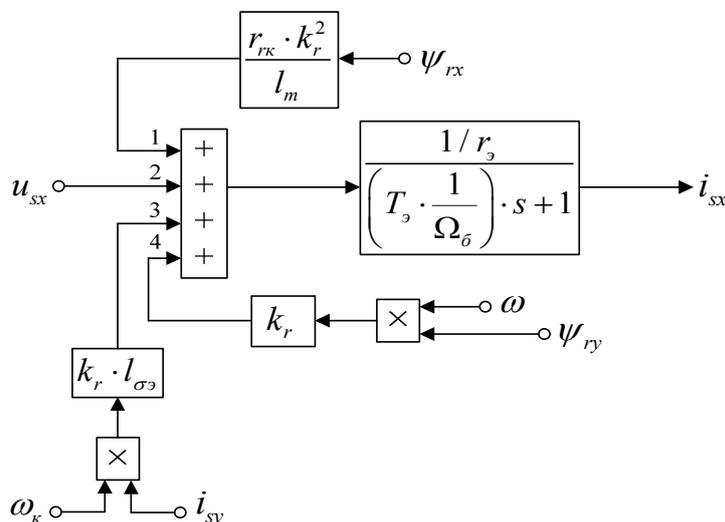


Рис. 4. Структурная схема для определения тока i_{sx}

Аналогично, система уравнений по проекции $y (+j)$:

$$\begin{cases} u_{sy} = r_s \cdot i_{sy} + \frac{1}{\Omega_{\delta}} \cdot s \cdot \psi_{sy} + \omega_{\kappa} \cdot \psi_{sx}; \\ 0 = r_{rk} \cdot i_{ry} + \frac{1}{\Omega_{\delta}} \cdot s \cdot \psi_{ry} + (\omega_{\kappa} - \omega) \cdot \psi_{rx}; \\ i_{ry} = \frac{k_r}{l_m} \cdot \psi_{ry} - k_r \cdot i_{sy}; \\ \psi_{sx} = k_r \cdot l_{\sigma\alpha} \cdot i_{sx} + k_r \cdot \psi_{rx}; \\ \psi_{sy} = k_r \cdot l_{\sigma\alpha} \cdot i_{sy} + k_r \cdot \psi_{ry}. \end{cases}$$

Подставим уравнение (8) в (2''):

$$0 = \frac{r_{rk} \cdot k_r}{l_m} \cdot \psi_{ry} - r_{rk} \cdot k_r \cdot i_{sy} + \left(\frac{1}{\Omega_{\delta}} \cdot s \cdot \psi_{ry} \right) + (\omega_{\kappa} - \omega) \cdot \psi_{rx}. \tag{16}$$

Из уравнения (16) выразим $\left(\frac{1}{\Omega_{\delta}} \cdot s \cdot \psi_{ry} \right)$:

$$\frac{1}{\Omega_{\delta}} \cdot s \cdot \psi_{ry} = r_{rk} \cdot k_r \cdot i_{sy} - \frac{r_{rk} \cdot k_r}{l_m} \cdot \psi_{ry} - (\omega_{\kappa} - \omega) \cdot \psi_{rx}. \tag{17}$$

Для получения апериодического звена перенесем слагаемые с ψ_{ry} в левую часть:

$$\frac{1}{\Omega_{\delta}} \cdot s \cdot \psi_{ry} + \frac{r_{rk} \cdot k_r}{l_m} \cdot \psi_{ry} = r_{rk} \cdot k_r \cdot i_{sy} - (\omega_{\kappa} - \omega) \cdot \psi_{rx}.$$

Умножим обе части полученного уравнения на l_m и вынесем за скобки $r_{rk} \cdot k_r$:

$$r_{rk} \cdot k_r \cdot \left[\left(\frac{l_m}{r_{rk} \cdot k_r} \cdot \frac{1}{\Omega_{\delta}} \right) \cdot s + 1 \right] \cdot \psi_{ry} = r_{rk} \cdot k_r \cdot l_m \cdot i_{sy} - l_m \cdot (\omega_{\kappa} - \omega) \cdot \psi_{rx}.$$

Отсюда ψ_{ry} определится в следующей форме:

$$\psi_{ry} = \left[\underbrace{(r_{rk} \cdot k_r \cdot l_m)}_2 \cdot i_{sy} - \underbrace{l_m \cdot (\omega_{\kappa} - \omega)}_1 \cdot \psi_{rx} \right] \cdot \frac{1 / (r_{rk} \cdot k_r)}{\left(T_r \cdot \frac{1}{\Omega_{\delta}} \right) \cdot s + 1}.$$

Структурная схема для определения потокосцепления ψ_{ry} приведена на рис. 5.

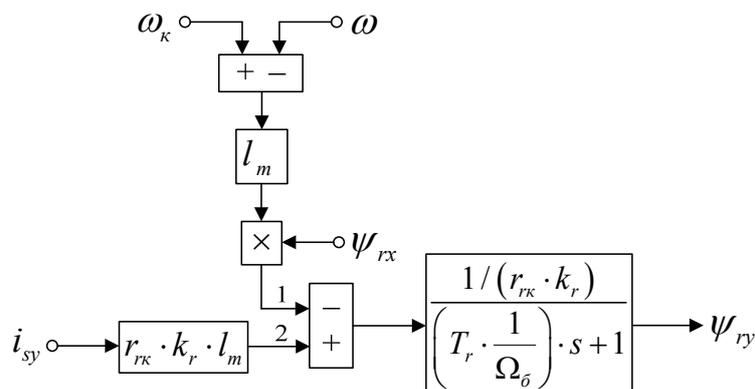


Рис. 5. Структурная схема для определения потокосцепления ψ_{ry}

Для определения i_{sy} подставим уравнения (9) и (10) в (17):

$$u_{sy} = r_s \cdot i_{sy} + \frac{1}{\Omega_{\bar{\sigma}}} \cdot s \cdot \underbrace{\left(k_r \cdot l_{\sigma\bar{\sigma}} \cdot i_{sy} + k_r \cdot \psi_{ry} \right)}_{\psi_{sy}} + \omega_k \cdot \underbrace{\left(k_r \cdot l_{\sigma\bar{\sigma}} \cdot i_{sx} + k_r \cdot \psi_{rx} \right)}_{\psi_{sx}}; \tag{18}$$

$$u_{sy} = r_s \cdot i_{sy} + k_r \cdot l_{\sigma\bar{\sigma}} \cdot \left(\frac{1}{\Omega_{\bar{\sigma}}} \cdot s \cdot i_{sy} \right) + k_r \cdot \left(\frac{1}{\Omega_{\bar{\sigma}}} \cdot s \cdot \psi_{ry} \right) + k_r \cdot l_{\sigma\bar{\sigma}} \cdot (\omega_k \cdot i_{sx}) + k_r \cdot (\omega_k \cdot \psi_{rx}).$$

Подставим $\left(\frac{1}{\Omega_{\bar{\sigma}}} \cdot s \cdot \psi_{ry} \right)$ из (17) в полученное уравнение:

$$u_{sy} = r_s \cdot i_{sy} + k_r \cdot l_{\sigma\bar{\sigma}} \cdot \left(\frac{1}{\Omega_{\bar{\sigma}}} \cdot s \cdot i_{sy} \right) + r_{rk} \cdot k_r^2 \cdot i_{sy} - \frac{r_{rk} \cdot k_r^2}{l_m} \cdot \psi_{ry} - k_r \cdot (\omega_k \cdot \psi_{rx}) + k_r \cdot (\omega_k \cdot \psi_{rx}) + k_r \cdot l_{\sigma\bar{\sigma}} \cdot (\omega_k \cdot i_{sx}) + k_r \cdot (\omega_k \cdot \psi_{rx}). \tag{19}$$

Перенесем слагаемые с переменными i_{sy} в левую часть:

$$k_r \cdot l_{\sigma\bar{\sigma}} \cdot \left(\frac{1}{\Omega_{\bar{\sigma}}} \cdot s \cdot i_{sy} \right) + \underbrace{\left(r_s + r_{rk} \cdot k_r^2 \right)}_{r_3} \cdot i_{sy} = u_{sy} + \frac{r_{rk} \cdot k_r^2}{l_m} \cdot \psi_{ry} - k_r \cdot (\omega_k \cdot \psi_{rx}) - k_r \cdot l_{\sigma\bar{\sigma}} \cdot (\omega_k \cdot i_{sx});$$

$$r_3 \cdot \left[\left(\frac{k_r \cdot l_{\sigma\bar{\sigma}}}{r_3} \cdot \frac{1}{\Omega_{\bar{\sigma}}} \right) \cdot s + 1 \right] \cdot i_{sy} = u_{sy} + \frac{r_{rk} \cdot k_r^2}{l_m} \cdot \psi_{ry} - k_r \cdot (\omega_k \cdot \psi_{rx}) - k_r \cdot l_{\sigma\bar{\sigma}} \cdot (\omega_k \cdot i_{sx}).$$

Ток i_{sy} определится в следующей форме:

$$i_{sy} = \left[\underbrace{u_{sy}}_3 + \underbrace{\frac{r_{rk} \cdot k_r^2}{l_m} \cdot \psi_{ry}}_4 - \underbrace{k_r \cdot (\omega_k \cdot \psi_{rx})}_1 - \underbrace{k_r \cdot l_{\sigma\bar{\sigma}} \cdot (\omega_k \cdot i_{sx})}_2 \right] \cdot \frac{1/r_3}{\left(T_3 \cdot \frac{1}{\Omega_{\bar{\sigma}}} \right) \cdot s + 1}.$$

Структурная схема для определения i_{sy} приведена на рис. 6.

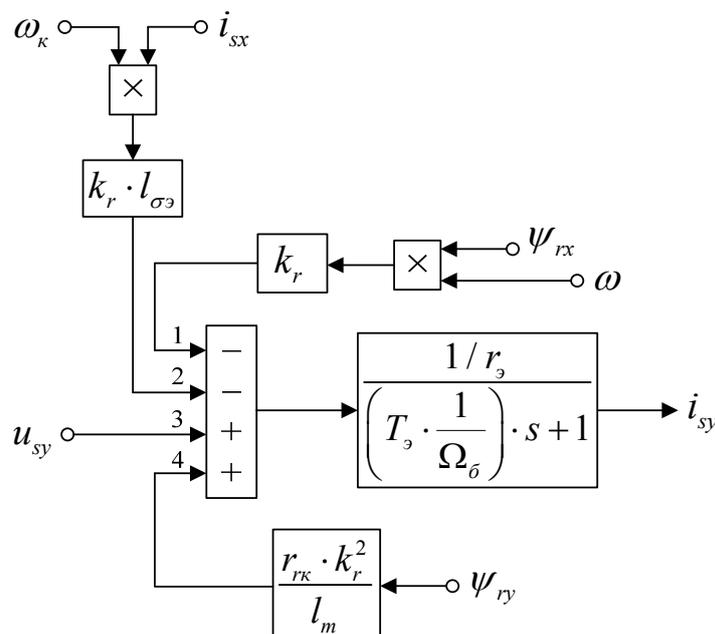


Рис. 6. Структурная схема для определения тока i_{sy}

На рис. 7 представлена структурная схема для реализации уравнения электромагнитного момента (5):

$$m = \zeta_N \cdot k_r \cdot (\psi_{rx} \cdot i_{sy} - \psi_{ry} \cdot i_{sx}).$$

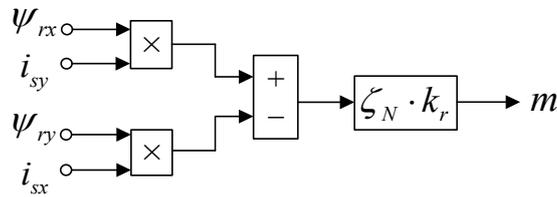


Рис. 7. Математическая модель определения электромагнитного момента *m*

Наконец, из уравнения движения (6) выразим механическую угловую скорость вращения вала двигателя (рис. 8):

$$\omega_m = (m - m_c) \cdot \frac{1}{T_j} \cdot \frac{1}{s}.$$

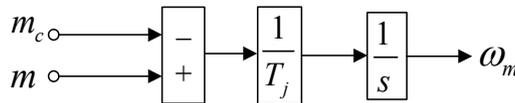


Рис. 8. Математическая модель определения механической угловой скорости вращения вала двигателя

Электрическая скорость вращения ротора (рис. 9):

$$\omega = \omega_m \cdot z_p = (m - m_c) \cdot \frac{1}{T_j} \cdot \frac{1}{s} \cdot z_p.$$

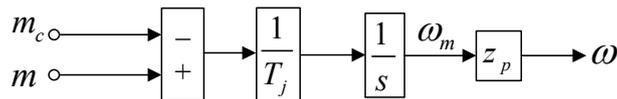


Рис. 9. Математическая модель определения электрической скорости вращения ротора

Математическая модель асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором с переменными $i_s - \psi_r$ на выходе апериодических звеньев приведена на рис. 10. Параметры асинхронного двигателя рассмотрены в работах [3] и [4].

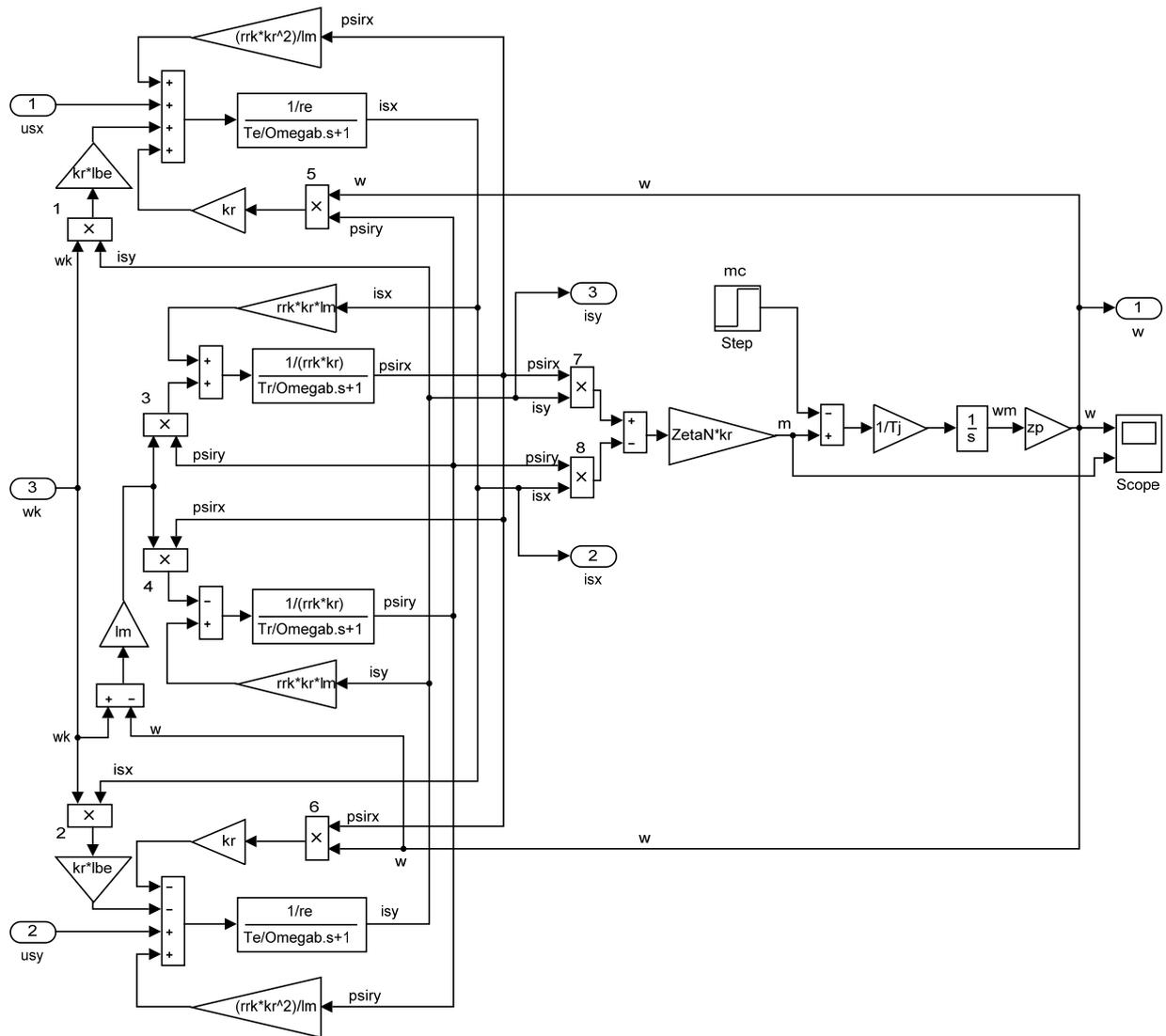


Рис. 10. Математическая модель асинхронного двигателя с переменными $i_s - \psi_r$ на выходе апериодических звеньев

Развернутая схема САП скорости асинхронного двигателя приведена на рис. 11. Под каждым элементом развернутой схемы САП скорости указаны его номер и название.

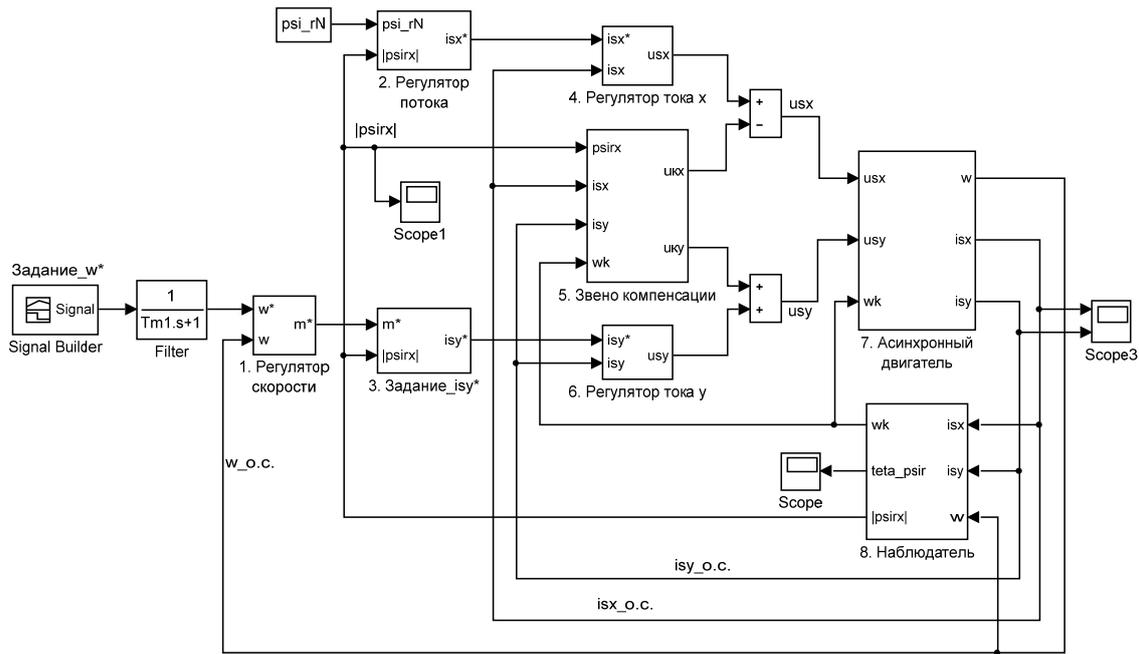


Рис. 11. Развернутая математическая модель САР скорости асинхронного двигателя

В контурах тока по проекциям x и y были получены одинаковые передаточные функции объектов управления:

$$W_{oix} = W_{oiy} = \frac{1/r_3}{\frac{T_3}{\Omega_6} \cdot s + 1}$$

Синтез регуляторов тока производится по классической схеме [2]:

$$R_i(s) = \left(\frac{1}{W_{oi}} \right) \cdot \left(\frac{1}{s} \right) \cdot \left(\frac{1}{T_i} \right),$$

где $\frac{1}{W_{oi}}$ — компенсация объекта;

$\frac{1}{s}$ — исключение статической ошибки;

$\frac{1}{T_i}$ — введение новой постоянной времени контура тока.

Передаточная функция фильтра:

$$W_\phi = \frac{1}{T_\mu \cdot s + 1}$$

Принимаем настройку на модульный оптимум $T_i = 2 \cdot T_\mu$, тогда передаточные функции регуляторов тока по проекциям x и y :

$$R_i(s) = \left(\frac{(T_3 / \Omega_6) \cdot s + 1}{1/r_3} \right) \cdot \left(\frac{1}{s} \right) \cdot \left(\frac{1}{2 \cdot T_\mu} \right) = \frac{(T_3 / \Omega_6) \cdot s + 1}{(1/r_3) \cdot 2 \cdot T_\mu \cdot s} = \frac{T_3 / \Omega_6}{2 \cdot T_\mu / r_3} + \frac{1}{(2 \cdot T_\mu / r_3) \cdot s},$$

где T_μ — некомпенсируемая постоянная времени (примем $T_\mu = 0,0025$ с).

Обозначим:

$$K_{ix} = K_{iy} = \frac{T_\sigma / \Omega_\sigma}{2 \cdot T_\mu / r_\sigma};$$

$$T_{ix} = T_{iy} = \frac{2 \cdot T_\mu}{r_\sigma}.$$

Математические модели ПИ-регуляторов тока по проекциям x и y под номерами 4 и 6 приведены на рис. 12 и 13.

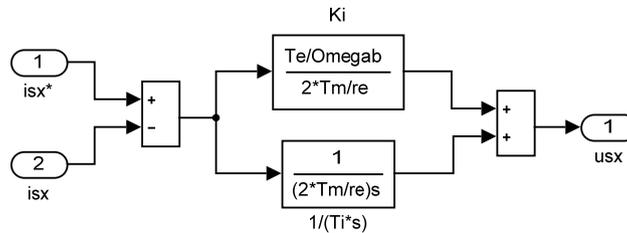


Рис. 12. ПИ-регулятор тока по проекции x

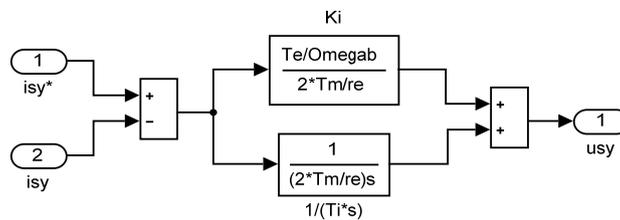


Рис. 13. ПИ-регулятор тока по проекции y

Важной частью структуры является наблюдатель, который служит для вычисления амплитуды и углового положения вектора потокосцепления ротора. Поскольку в системе x, y поток ротора ориентирован по оси x , определим модуль $|\psi_{rx}|$, исключив из уравнения (13) составляющую потока ψ_{ry} :

$$|\psi_{rx}| = (r_{rk} \cdot k_r \cdot l_m) \cdot i_{sx} \cdot \frac{1 / (r_{rk} \cdot k_r)}{\left(T_r \cdot \frac{1}{\Omega_\sigma} \right) \cdot s + 1} = \frac{l_m}{\frac{T_r}{\Omega_\sigma} \cdot s + 1} \cdot i_{sx}. \tag{20}$$

Произведем оценку угла потока ротора, для чего сначала выразим частоту скольжения из уравнения (16) при $\psi_{ry} = 0$:

$$0 = -r_{rk} \cdot k_r \cdot i_{sy} + (\omega_k - \omega) \cdot |\psi_{rx}|;$$

$$\omega_k - \omega = \beta_{\psi r} = \frac{r_{rk} \cdot k_r}{|\psi_{rx}|} \cdot i_{sy}.$$

Интегрируя скольжение и складывая его с вычисленным, как интеграл скорости, углом ротора, можно получить угол потока ротора в неподвижной системе координат [6].

Математическая модель наблюдателя потокосцепления ротора (номер 8) приведена на рис. 14.

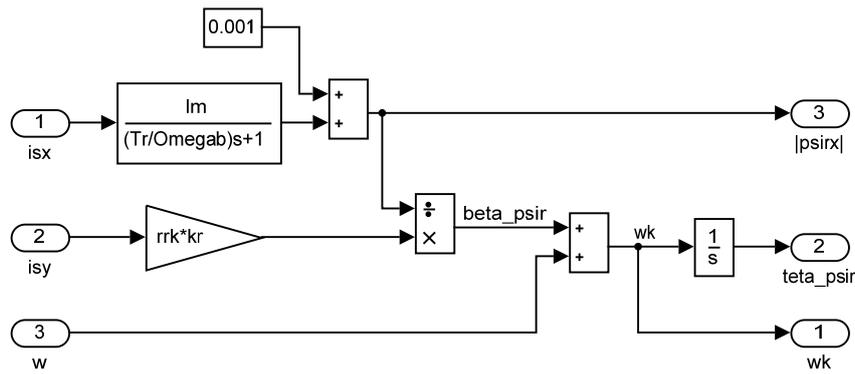


Рис. 14. Модель наблюдателя потокоцепления ротора

Выполним синтез регулятора потока. Из (20) передаточная функция объекта управления в контуре потока будет иметь следующий вид:

$$W_{\psi} = \frac{l_m}{\frac{T_r}{\Omega_{\sigma}} \cdot s + 1}$$

Передаточная функция регулятора потока:

$$R_{\psi}(s) = \left(\frac{1}{W_{\psi}} \right) \cdot \left(\frac{1}{s} \right) \cdot \left(\frac{1}{T_{\psi}} \right)$$

Примем $T_{\psi} = 4 \cdot n \cdot T_{\mu}$, где $n = 1; 2; 10; 20$. Тогда передаточная функция регулятора потока определится следующим образом:

$$R_{\psi}(s) = \left(\frac{(T_r / \Omega_{\sigma}) \cdot s + 1}{l_m} \right) \cdot \left(\frac{1}{s} \right) \cdot \left(\frac{1}{4 \cdot n \cdot T_{\mu}} \right) = \frac{(T_r / \Omega_{\sigma}) \cdot s + 1}{4 \cdot n \cdot T_{\mu} \cdot l_m \cdot s} = \frac{T_r / \Omega_{\sigma}}{4 \cdot n \cdot T_{\mu} \cdot l_m} + \frac{1}{4 \cdot n \cdot T_{\mu} \cdot l_m \cdot s}$$

Выразим коэффициенты ПИ-регулятора потока:

$$K_{\psi x} = \frac{T_r / \Omega_{\sigma}}{4 \cdot n \cdot T_{\mu} \cdot l_m};$$

$$T_{\psi x} = 4 \cdot n \cdot T_{\mu} \cdot l_m$$

Модель ПИ-регулятора потока под номером 2 представлена на рис. 15.

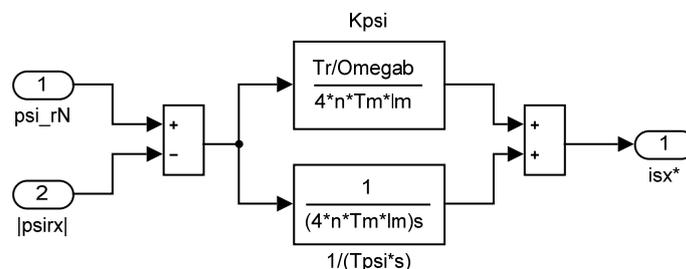


Рис. 15. ПИ-регулятор потока

В контуре скорости передаточная функция объекта имеет следующий вид:

$$W_{\omega\omega} = \frac{1}{T_j \cdot s}$$

Синтез регулятора скорости:

$$R_{\omega}(s) = (T_j \cdot s) \cdot \left(\frac{1}{s}\right) \cdot \left(\frac{1}{T_{\omega}}\right) = \frac{T_j}{4 \cdot T_{\mu}},$$

где $T_{\omega} = 2 \cdot T_i = 4 \cdot T_{\mu}$.

Математическая модель П-регулятора скорости (номер 1) приведена на рис. 16.

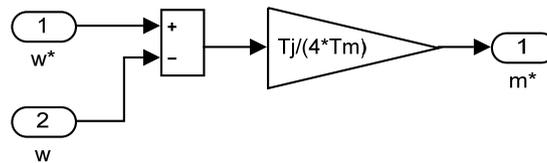


Рис. 16. Пропорциональный регулятор скорости

В системе управления предусмотрена компенсация внутренних перекрестных связей. Из уравнений (14) и (18) выразим компенсационные составляющие каналов управления:

$$\begin{cases} u_{sx} = r_s \cdot i_{sx} + \frac{1}{\Omega_{\delta}} \cdot s \cdot (k_r \cdot l_{\sigma\omega} \cdot i_{sx} + k_r \cdot \psi_{rx}) - \omega_{\kappa} \cdot (k_r \cdot l_{\sigma\omega} \cdot i_{sy} + k_r \cdot \psi_{ry}); \\ u_{sy} = r_s \cdot i_{sy} + \frac{1}{\Omega_{\delta}} \cdot s \cdot (k_r \cdot l_{\sigma\omega} \cdot i_{sy} + k_r \cdot \psi_{ry}) + \omega_{\kappa} \cdot (k_r \cdot l_{\sigma\omega} \cdot i_{sx} + k_r \cdot \psi_{rx}); \\ u_{\kappa x} = -\omega_{\kappa} \cdot k_r \cdot l_{\sigma\omega} \cdot i_{sy}; \\ u_{\kappa y} = \omega_{\kappa} \cdot k_r \cdot (l_{\sigma\omega} \cdot i_{sx} + \psi_{rx}). \end{cases}$$

Математическая модель компенсации перекрестных связей (номер 5) представлена на рис. 17.

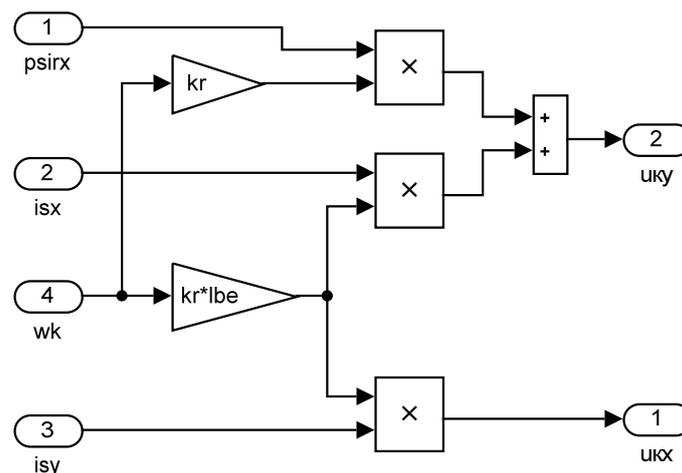


Рис. 17. Компенсация внутренних перекрестных связей

Задание на скорость ω^* формируется в блоке Signal Builder (рис. 18).

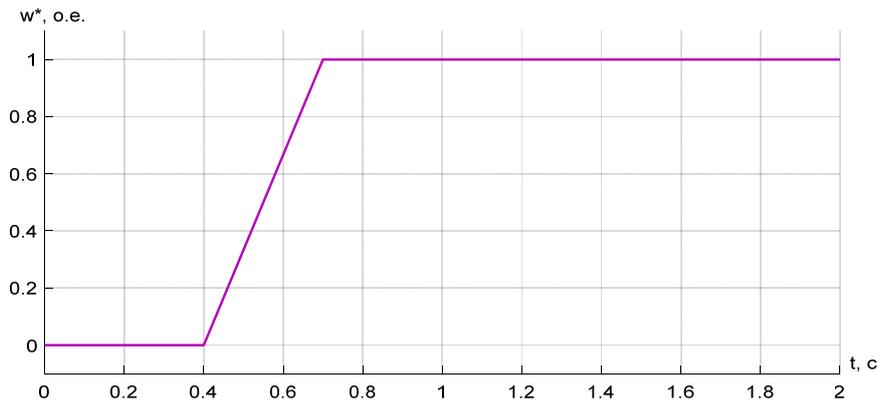


Рис. 18. Сигнал задания на скорость ω^*

Номинальное потокоцепление ротора в соответствии с [3] определяется по следующей формуле и при векторном управлении поддерживается постоянным:

$$\psi_{rN} = \sqrt{\frac{r_r \cdot m_N}{\beta_N \cdot \zeta_N}} = \sqrt{\frac{0,0179 \cdot 1}{0,018 \cdot 1,123}} = 0,942.$$

Задание на статорный ток по проекции y :

$$m^* = k_r \cdot |\psi_{rx}| \cdot i_{sy}^*.$$

Отсюда $i_{sy}^* = \frac{m^*}{k_r \cdot |\psi_{rx}|}.$

Математическая модель определения задания i_{sy}^* (номер 3) дана на рис. 19.

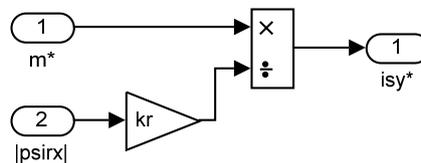


Рис. 19. Реализация задания статорного тока i_{sy}^* по проекции y

Расчет параметров производим в Script:

```

PN=320000;           J=28;                               Tj=J*Omegarb/Mb;
UsN=380;             Ub=sqrt(2)*UsN;                   betaN=(Omega0N-OmegaN)/Omega0N;
IsN=324;            Ib=sqrt(2)*IsN;                   SsN=3*UsN*IsN;
fn=50;             OmegasN=2*pi*fn;                   ZetaN=SsN/Pb;
Omega0N=104.7;     Omegab=OmegasN;                     kr=lm/(lm+lbr);
OmegaN=102.83;    Omegarb=Omegab/zp;                   lbe=lbs+lbr+lbs*lbr*lm^(-1);
nN=0.944;         Zb=Ub/Ib;                           roN=0.9962;
cos_phiN=0.92;    kd=1.0084;                           rrk=roN*betaN;
zp=3;            Mb=kd*PN/OmegaN;                       Tr=lm/(rrk*kr);
Rs=0.0178;       Pb=Mb*Omegarb;                         re=rs+rrk*kr^2;
Xs=0.118;        rs=Rs/Zb;                             Te=kr*lbe/re;
Rr=0.0194;       lbs=Xs/Zb;                           Tm=0.0025;
    
```

$$\begin{aligned} X_r &= 0.123; & l_{br} &= X_r/Z_b; & T_{m1} &= 0.0075; \\ X_m &= 4.552; & l_m &= X_m/Z_b; & \psi_{rN} &= 0.942; \end{aligned}$$

Числовые значения параметров выводятся в окне Workspace (рис. 20).

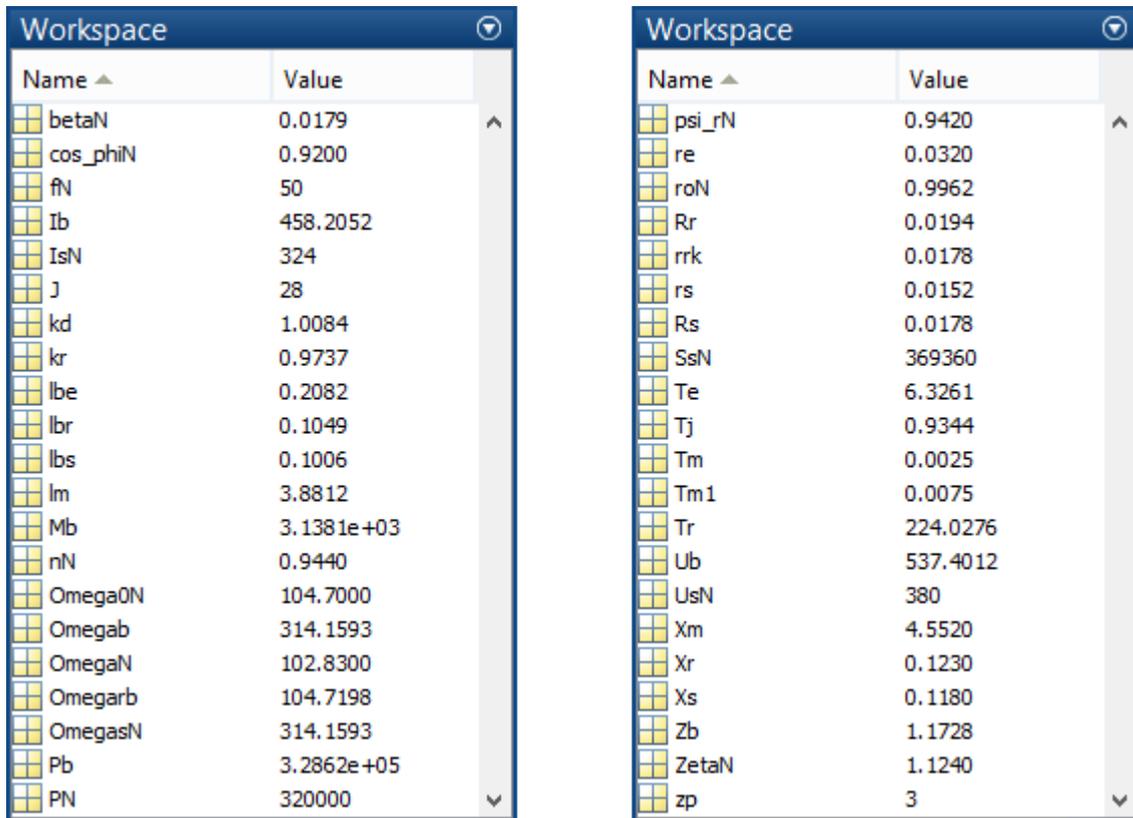


Рис. 20. Числовые значения параметров в окне Workspace

Зависимости потокосцеплений $\psi_{rx}(t)$ и $\psi_{ry}(t)$ при различных постоянных T_ψ приведены на рис. 21.

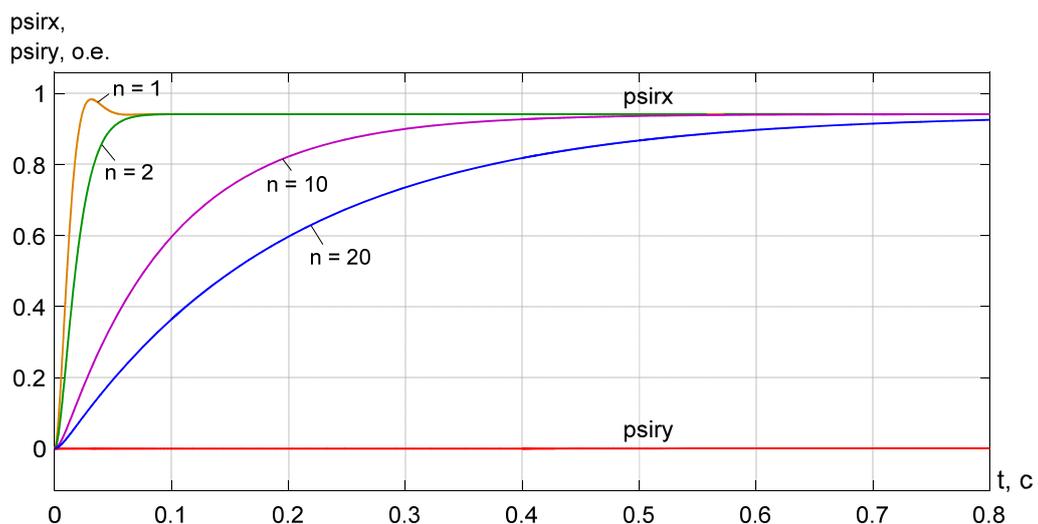


Рис. 21. Графики потокосцеплений ψ_{rx} и ψ_{ry} при $T_\psi = 4 \cdot n \cdot T_\mu$, где $n = 1; 2; 10; 20$

Зависимости ω , m , i_{sy} в различные моменты включения задатчика интенсивности $t_{инт} = 0,1; 0,8$ с даны на рис. 22.

Характеристика потокосцепления ψ_{rx} соответствует постоянной $T_\psi = 4 \cdot 20 \cdot T_\mu = 0,2$ с.

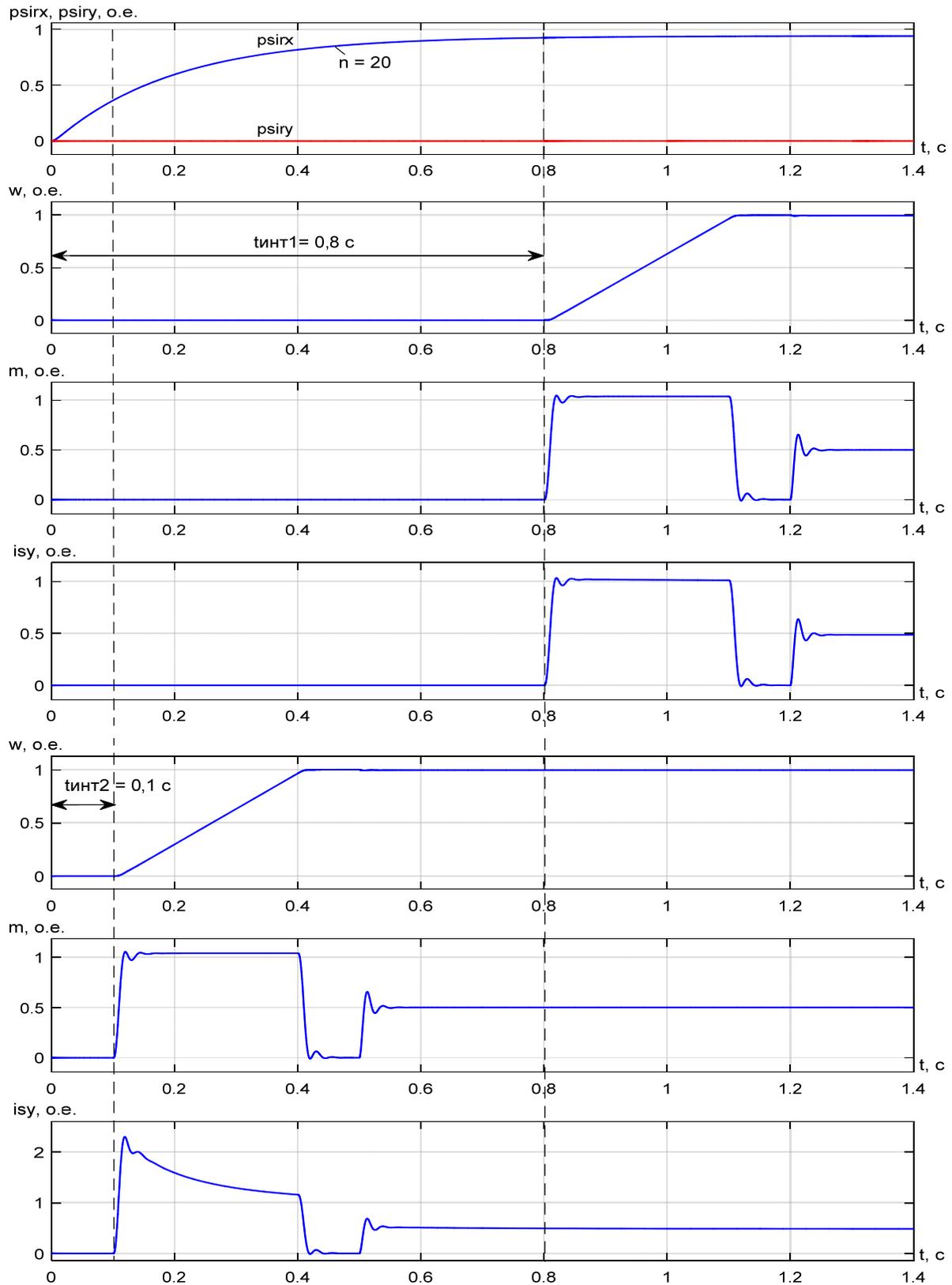


Рис. 22. Зависимости ω, m, i_{sy} в различные моменты включения задатчика интенсивности $t_{\text{инт}} = 0,1; 0,8$ с при

$$T_{\psi} = 4 \cdot 20 \cdot T_{\mu} = 0,2 \text{ с}$$

Литература:

1. Емельянов, А. А., Бесклеткин В. В., Авдеев А. С., Чернов М. В., Киряков Г. А., Габзалилов Э. Ф. Моделирование САР скорости асинхронного двигателя с переменными $\psi_r - i_s$ на основе апериодических звеньев в Script-Simulink // Молодой ученый. — 2015. — №23. — с. 24–34.
2. Шрейнер, Р. Т. Системы подчиненного регулирования электроприводов: учеб. пособие / Р. Т. Шрейнер. — Екатеринбург: Изд-во ГОУ ВПО «Рос. гос. проф.-пед. ун-т», 2008. — 279 с.
3. Шрейнер, Р. Т. Электромеханические и тепловые режимы асинхронных двигателей в системах частотного управления: учеб. пособие / Р. Т. Шрейнер, А. В. Костылев, В. К. Кривовяз, С. И. Шилин. Под ред. проф. д. т. н. Р. Т. Шрейнера. — Екатеринбург: ГОУ ВПО «Рос. гос. проф.-пед. ун-т», 2008. — 361 с.
4. Шрейнер, Р. Т. Математическое моделирование электроприводов переменного тока с полупроводниковыми преобразователями частоты. — Екатеринбург: УРО РАН, 2000. — 654 с.
5. Шрейнер, Р. Т. Электроприводы переменного тока на базе непосредственных преобразователей частоты с ШИМ: монография / Р. Т. Шрейнер, А. И. Калыгин, В. К. Кривовяз; под. ред. Р. Т. Шрейнера. — Екатеринбург: ФГАОУ ВПО «Рос. гос. проф.-пед. ун-т», 2012. — 223 с.
6. Калачёв, Ю. Н. Наблюдатели состояния в векторном электроприводе. — М.: Самиздат, 2015. — 80 с.

ХИМИЯ

Определение Cd и Ni в атмосферном воздухе города Баку с помощью мхов-биомониторов

Гаджиева Севиндж Рафик кызы, доктор химических наук, профессор;

Велиева Зарифа Талыб кызы, кандидат химических наук;

Абдуллаева Ханым Насими кызы, магистр;

Алиева Тарана Ибрагим кызы, кандидат химических наук

Бакинский государственный университет (Азербайджан)

О проблеме загрязнения среды тяжёлыми металлами в результате развития промышленного производства известно достаточно. В окружающую среду с выбросами предприятий поступают огромные количества токсичных соединений, значительную часть которых составляют тяжёлые металлы.

Проблеме здоровья человека, связанной с загрязнением природной среды тяжёлыми металлами, уделяется немало внимания. Это проблема как медицинского, так и экологического характера. Роль тяжёлых металлов двойственна: с одной стороны, они необходимы для нормального протекания физиологических процессов, являясь катализаторами многих реакций; с другой — при повышенных концентрациях тяжёлые металлы токсичны. [1, с. 58]

Наибольший интерес с позиций опасности, а также с позиций применения в производстве представляют следующие химические элементы: кадмий и никель.

Кадмий. Естественное содержание кадмия в объектах окружающей среды относительно невелико, и в основном его наличие является следствием антропогенных выбросов. Наибольшее поступление кадмия в атмосферу связано с деятельностью промышленных предприятий (34 тонны в год) и сжиганием разнообразных отходов (31 тонна в год). Основными путями поступления кадмия в организм человека являются ингаляционный и через кожу. Около 50% поступившего в организм кадмия обнаруживается в почках, около 15% — в печени и около 20% — в мышцах [2, с. 32]. Содержание кадмия в почках возрастает по мере поступления данного токсичного элемента в организм до достижения человеком возраста 50–60 лет, а затем снижается в результате возрастных почечных изменений. Данный токсичный элемент выводится из организма с мочой, слюной, через волосы и с грудным молоком. Период полувыведения кадмия составляет по разным оценкам от 10 до 38 лет. Основным критическим органом, характеризующим интенсивность кадмиевой на-

грузки на организм, являются почки. Кроме того, металлический кадмий является доказанным для человека канцерогеном, вызывая рак легких, кожи, почек и мочевого пузыря. [3, с. 242–245]

Никель. Это тяжёлый металл, соединения которого токсичны при их накоплении в организме. В норме он присутствует у человека в очень низких концентрациях, однако его физиологическая роль не установлена.

Основные пути попадания никеля в организм: с водой и пищей, в которых повышена концентрация этого металла. Ежедневно человек потребляет около 175 мкг никеля с пищей, что, однако, недостаточно для развития каких-либо симптомов интоксикации. Другой источник никеля — загрязнённый воздух. За сутки некурящий человек вдыхает 0,1–0,25 мкг никеля. Курение увеличивает поступление никеля на 0,0004 мкг в сутки. Также имеет значение попадание этого элемента через кожу и слизистые оболочки при длительном контакте с никельсодержащими украшениями, монетами, предметами из нержавеющей стали. Повреждающее действие никеля основано на его способности связывать молекулы кислорода, возникающий при этом дефицит АТФ сопровождается нарушением функции многих органов (легких, почек, кровеносной ткани), однако, в первую очередь, страдают ткани с высокой степенью метаболизма — печень и головной мозг. Хроническая интоксикация никелем сопровождается симптомами раздражения верхних дыхательных путей (ощущение заложенности носа, кашель) и может приводить к возникновению астмы. Кроме того, никель обладает канцерогенным эффектом и ассоциирован с развитием злокачественных опухолей носоглотки и легких. [4, с. 35]

В настоящее время для оценки загрязнения окружающей среды тяжёлыми металлами, используется система химико-аналитического контроля. Существует несколько методов анализа природных сред на содержание тяжёлых металлов.

Таблица 1. Характеристика основных методов химического анализа на содержание тяжелых металлов

Методы химического анализа	Достоинства	Недостатки
Молекулярная спектроскопия	Многоэлементый анализ Доступность	Невысокая селективность и чувствительность
Атомная спектроскопия	Многоэлементый анализ Высокая селективность Высокая чувствительность	Спектральные и физико-химические помехи
Масс-спектрометрия	Высокая чувствительность Универсальность Специфичность Селективность	Сложность оборудования, его обслуживания и дороговизна
Вольт-Амперометрический (инверсионный)	Очень высокая чувствительность Многоэлементый анализ	Анализ ограниченного спектра элементов
Нейтронный активационный	Высокая чувствительность Маленькая погрешность Высокая избирательность и специфичность Широкий спектр определяемых элементов Малое количество анализируемого вещества	Малая доступность источников активирующих частиц Необходимость защиты от радиоизлучений Сложности при анализе образцов с сильно активирующейся матрицей

Система химико-аналитического контроля на сегодняшний день является довольно многообразной и альтернативной, но имеет свои недостатки. Используя химико-аналитический подход, необходимо определить содержание многочисленных компонентов загрязняющих веществ в анализируемом субстрате, а затем сравнить их концентрации с существующими нормативами (ПДК) и только тогда можно дать комплексную оценку состояния окружающей среды. [5, с. 384]

Как известно, прогнозировать результат долговременного воздействия вредного вещества на живые объекты и системы, основываясь на ПДК, невозможно. Тем более анализ на содержание загрязнителей не является интегральным показателем состояния среды и не характеризует в полной мере изменения, происходящие в ней. Поэтому химико-аналитические методы должны использоваться в комплексе с другими показателями, например, в сочетании с методами биомониторинга, в основе которых лежит биоиндикация. [6, с. 88–95]

Биоиндикация — это использование хорошо заметных и доступных для наблюдения биологических объектов с целью определения компонентов менее легко наблюдаемых. В биоиндикации широко используются тест-организмы, с помощью которых выявляют различные стрессовые воздействия. [7, с. 348]

В настоящее время биомониторинг загрязнений атмосферы тяжёлыми металлами при помощи мхов — один из самых популярных, простых в исполнении, перспективных и эффективных по стоимости методов контроля, обнаружения и оценки изменения качества воздуха. Метод мхов-биомониторов основан на сравнительном анализе

концентраций химических элементов во мхах, отобранных в разных точках исследуемой территории, метод позволяет определить наиболее загрязнённые зоны, отслеживать динамику загрязнения атмосферного воздуха, а при известных фоновых концентрациях даёт возможность количественной оценки средних уровней загрязнения без определения ПДК что является непростой и нерешенной до конца задачей. Наиболее важные экологические особенности мхов как подходящего инструмента для биомониторинга является: мхи обладают высокой аккумуляционной способностью и большой поверхностью; широко распространены; растут группами; обладают продолжительным жизненным циклом; выживают в сильно загрязнённой окружающей среде; мхи способны получать питательные вещества из влажного и сухого осадочного слоя. [8, с. 64]

Метод мхов-биомониторов был использован для определения тяжёлых металлов, а именно Cd и Ni, в атмосферном воздухе Баку. Наиболее крупным ядром урбанизации в Азербайджане является Апшеронский полуостров с центром в г. Баку. После распада СССР в результате Карабахского конфликта численность населения Баку стала резко увеличиваться за счёт беженцев и вынужденных переселенцев из Нагорного Карабаха и Армении. Эти факторы, а также высокая плотность населения привели к сильной антропогенной нагрузке на естественные ландшафты полуострова и особенно окружающей его акватории Каспийского моря. В настоящее время главными источниками загрязнения воздуха Наримановского и Сабаилловского района является автотранспорт, обработка древесины, нефтегазовые скважины, предприятие мрамор гранита и строительство зданий

В 2016 году в рамках Протокола о сотрудничестве с кафедрой экологической химии впервые для оценки загрязнения воздуха в Баку был применён активный биомониторинг с использованием мхов-трансплантатов. Мох *Sphagnum* был собран в экологически чистом болоте Центральной России и экспонирован в мешочках на территории Наримановского и Сабаиловского района. Время экспозиции составило 3 месяца (с ноября 2016 по февраль 2017 года).

Для определения Cd и Ni во мхах нами был использован метод атомно-абсорбционной спектрометрии (ААС) с пламенной атомизацией, для которого необходимо:

1. Образцы мхов измельчить до размера частиц не более 1–3 мм, чтобы обеспечить равномерное распределение плотности исследуемого материала по объёму контейнера

2. От образцов отобрать 0,5 грамм мха и поместить в тефлоновые колбы.

3. В колбы с мхами добавить, с помощью пипетки, 9 мл азотной кислоты HNO_3 (65%) и 3 мл фтористоводородной кислоты HF, с целью разрушения структуры вещества и полного (100%) перевода определяемого элемента в раствор.

4. Тефлоновые колбы закрыть взрывными дисками и поместить в микроволновую печь (TOPwave analytik jena). Провести микроволновое вскрытие в режиме: нагрев до 200 °С и выдержать при данной температуре в течение 40 мин. После нагрева колбу оставить охлаждаться до комнатной температуры.

5. Колбы открывать под вытяжным шкафом, фильтровать раствор образца в сосуды и довести до объёма 50 мл дистиллированной водой

6. Подготовить к работе атомно-абсорбционный спектрометр для регистрации сигнала в оптимальных условиях абсорбции изучаемого элемента

7. Ввести анализируемый раствор в атомизатор, создать поглощающий слой атомного пара и произвести измерение аналитического сигнала:

— раствор вводят в атомизатор, в котором растворитель испаряется, сухой остаток разлагается и превращается в атомный пар;

— через слой атомного пара пропускают свет от селективного источника света, излучающего узкую характеристическую резонансную линию определяемого элемента;

— из светового потока, прошедшего через поглощающий слой, выделяют участок спектра, соответствующий резонансной линии поглощения;

— оценивают аналитический сигнал — абсорбцию.

1. Используя растворы сравнения, получают градуировочную зависимость (графическую или формульную).

2. Определяют концентрацию изучаемого элемента в пробе.

3. Оценивают правильность результатов анализа путем сопоставления результатов анализа стандартных образцов состава с данными их аттестации.

Проба	TW	Количество пробы (в граммах)	Ni (mg/kg)	Cd (mg/kg)
чистая	1	0,3004	-44,41	0,7681
2а*	2	0,5045	-43,46	2,823
3б**	3	0,5024	-58,89	3,093

* 2а Сабаиловский район

**3б Наримановский район

Вывод:

Метод мхов-биоиндикаторов с использованием эпифитных мхов позволил выявить наиболее загрязненные районы на территории г. Баку. Изучение динамики загрязнения атмосферного воздуха г. Баку показывает рост концентраций тяжелых металлов, что объясняется увеличением потока автотранспорта и введением в работу новых промышленных мощностей. На основе анализа было установлено, что концентрация Cd на территории Наримановского и Сабаиловского района превышает фоновую концентрацию приблизительно на 2,7 и 1,7 mg/kg соот-

ветственно, а концентрация Ni не превышает фоновую концентрацию.

Для принятия мер по улучшению экологической обстановки г. Баку необходимо направить полученные результаты в проектные и научно-исследовательские учреждения, занимающиеся экологическими проблемами, мониторингом атмосферы, а также в департамент окружающей среды. Несомненная ценность данной работы заключается в возможности использования полученных данных для оценки риска воздействия воздушных загрязнений тяжелыми металлами на здоровье населения.

Литература:

1. Большаков, В. А. Загрязнение почвы и растительности тяжёлыми металлами / В. А. Большаков, Н. Я. Гальпер, Г. А. Клименко, Е. В. Башта // М., 1978
2. Воробьева, Р. С. Гигиена и токсикология кадмия: Научный обзор. М., 1979
3. Перегудова, Т. //Металлы. Гигиенические аспекты оценки и оздоровления окружающей среды. М., 1983
4. Г.Г. Уразов. Металлургия никеля. ОНТИ, 1935.

5. Методы анализа загрязнений воздуха / Ю. С. Другов, А. Б. Беликов, Г. А. Дьякова и др. М.: Химия, 1984. — 384 с.
6. Вергель, К. Н., Фронтасьева М. В., Каманина И. З., Павлов С. С. Биомониторинг атмосферных выпадений тяжелых металлов на северо-востоке Московской области с помощью метода мхов-биомониторов // Экология урбанизированных территорий. 2009
7. Биоиндикация загрязнения наземных экосистем: пер с нем. / под. ред. Р Шуберта. М.: Мир, 1988
8. Poikolainen, J. Mosses, epiphytic lichens and tree bark as biomonitors for air pollutants specifically for heavy metals in Regional surveys. — Oulu: Oulun Yliopisto. 2004

ИНФОРМАТИКА

Аналитический обзор применения сетевой стеганографии для решения задач информационной безопасности

Белкина Татьяна Алексеевна, студент

Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана

В данной статье приводится аналитический обзор применения сетевой стеганографии для решения задач информационной безопасности, проводится сравнительный обзор различных методов стеганографии и принципов обнаружения стеганографической активности в компьютерной сети.

Ключевые слова: стеганография, стеганограмма, модификация пакетов, модификация протоколов, стеганализ, криптография

Введение

С того момента, как люди начали обмениваться информацией, появилась потребность в сокрытии как передаваемых данных, так и самого факта передачи информации. Именно этим занимается стеганография — наука о скрытой передаче информации. В отличие от криптографии, которая скрывает содержимое передаваемого сообщения, стеганография прячет сам факт передачи сообщения. А если сообщение не было обнаружено, то не будут обнаружены также его отправитель и получатель. Для дополнительной защиты данных можно использовать стеганографию в комплексе с криптографией.

Информационный обмен в глобальных сетях открыл массу возможностей для скрытой связи. Сообщения могут скрываться не только в обычных открытых сообщениях, как в традиционной стеганографии, но и в элементах управления протоколов связи и в результатах изменения логики протокола.

В современном цифровом мире стеганография может иметь самые разные цели — от вполне безопасных и даже полезных, до преступных. В частности, одно из наиболее востребованных «мирных» приложений стеганографии — защита авторского права, когда с помощью внедренного методами стеганографии «водяного знака» можно определить автора материалов. Стеганография может использоваться для цифровой маркировки материалов в электронных библиотеках и облачных хранилищах. Стеганографическое вложение может даже в некоторой степени подменить собой электронную подпись, потому что позволяет доказать целостность переданного материала. С другой стороны, используя стеганографию, злоумышленник может передавать через открытые каналы связи

секретные данные, обходя все фильтры, установленные в сети. Стеганография может использоваться для сокрытия факта передачи запрещенных материалов и для общения преступников и террористов. Поэтому методы стеганографии и стеганализа требуют особо тщательного изучения.

Сетевая стеганография в качестве носителей секретных данных использует сетевые протоколы эталонной модели OSI — сетевой модели взаимодействия открытых систем. В общем виде — это семейство методов модификации данных в заголовках сетевых протоколов и в полях полезной нагрузки пакетов, изменения структуры передачи пакетов в том или ином сетевом протоколе (иногда и в нескольких сразу). Общей чертой всех методов сетевой стеганографии является создание с их помощью скрытых каналов передачи информации в любом открытом канале, в котором есть некая избыточность.

1. Методы сетевой стеганографии

1.1 Классификация методов сетевой стеганографии

Методы сетевой стеганографии можно разделить на три группы (рисунок 1):

1. Методы модификации пакетов:

— методы, изменяющие данные в полях заголовков сетевых протоколов.

— методы, изменяющие данные в полях полезной нагрузки пакетов — это всевозможные алгоритмы водяных знаков, речевых кодеков и прочих стеганографических техник по сокрытию данных;

— методы, объединяющие два предыдущих класса;

2. Методы стеганографии, изменяющие структуру и параметры передачи пакетов:

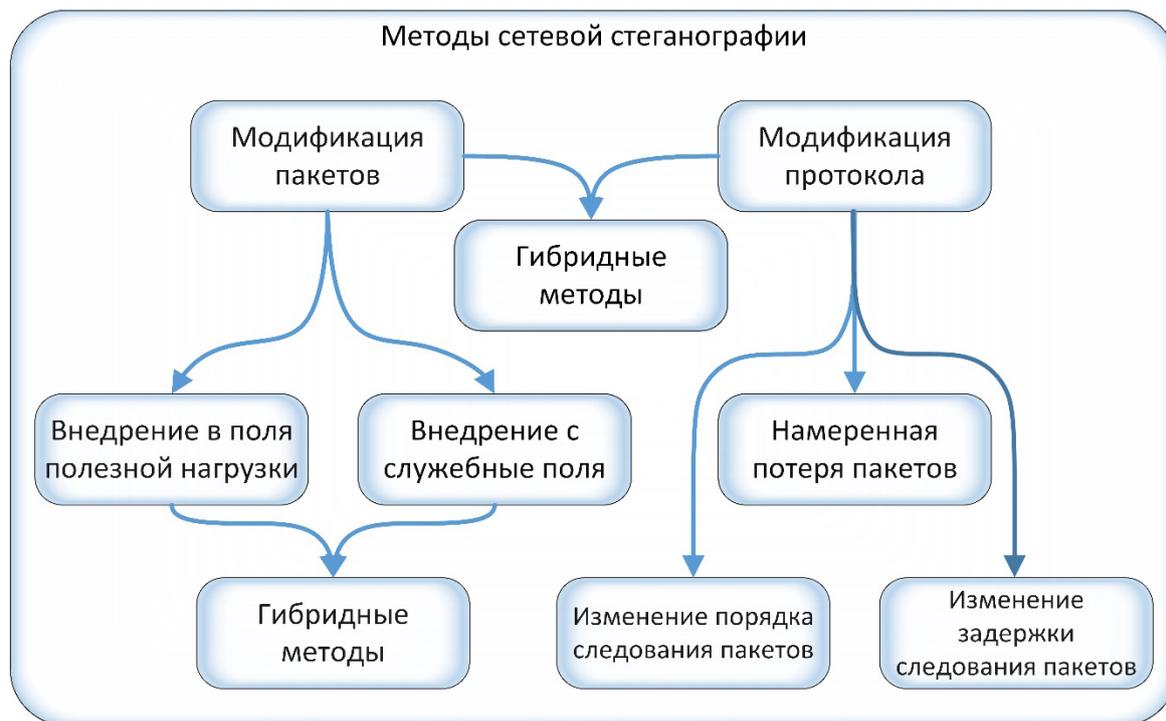


Рис. 1. Классификация методов сетевой стеганографии

- методы, в которых изменяется порядок следования пакетов;
- методы, изменяющие задержку между пакетами;
- методы, вводящие преднамеренные потери пакетов путём пропуска порядковых номеров у отправителя;

Смешанные (гибридные) методы стеганографии — изменяют и содержимое пакетов, и сроки доставки пакетов, и порядок их передачи. При этом используются два подхода: преднамеренные задержки аудио пакетов **LACK (Lost Audio Packets Steganography)** и ретрансляция пакетов **RSTEG (Retransmission Steganography)** [1].

Метод модификации сетевых пакетов **Transcoding Steganography (TranSteg)**, изменяющий полезную нагрузку VoIP-пакета, пользуется успехом за счёт популярности программ, обеспечивающих голосовую и видеосвязь через Интернет. Как следует из названия, метод заключается в сжатии полезной нагрузки сетевого пакета за счёт перекодирования, и может применяться везде, где существует возможность сжатия — с потерями или без — открытых данных. Само сжатие требуется для ограничения размера передаваемых данных, поскольку скрытый канал связи имеет ограниченную пропускную способность. TranSteg также проводит пересжатие исходных данных с потерями, чтобы освободить место под стеганограмму. Голосовые данные высокого битрейта (занимающие больше места в полезной нагрузке пакета) перекодируются в низкий битрейт, по возможности — с минимальными потерями качества, а на освободившееся место вносятся данные стеганограммы [8]. Метод позволяет получить неплохую стеганографическую пропускную способность в 32кб/с при наименьшей разнице в битрейте голосового потока. Польские учёные (Warsaw University of Technology,

Institute of Telecommunication, [6], [7], [8]) провели ряд экспериментов, которые показали, что задержка в передаче VoIP пакета с использованием TranSteg возрастает на одну миллисекунду (1мс) в отличие от пакета без стеганограммы. Сложность обнаружения напрямую зависит, например, от места расположения наблюдателя, в котором он может просматривать VoIP-трафик). К недостаткам данного метода стоит отнести сложность его реализации: нужно выяснить, какие кодеки используются для формирования голосового потока, и подобрать кодеки с наименьшей разницей потери качества речи (которое неизбежно будет снижаться).

В качестве примера второго класса методов интересно рассмотреть использование механизмов **SCTP, (Stream control transport protocol)** [5] — транспортный протокол с контролем пакетов. Этот протокол реализуется в таких операционных системах как BSD, Linux, HP-UX и SunSolaris, а также поддерживает сетевые устройства операционной системы CiscoIOS и может быть использован в Windows. SCTP-стеганография использует характерные особенности данного протокола, такие как мультипоточность и использование множественных интерфейсов (multi-homing). Методы изменения содержимого SCTP-пакетов основаны на том, что каждая часть STCP-пакета может иметь переменные параметры.

Обнаружение данного метода строится на основе статистический анализ адресов сетевых карт, используемых для пересылки пакетов, с целью выявления скрытых связей. Борьба же с организацией скрытого канала передачи, основанном на этом принципе, можно изменяя адреса отправителя и получателя в случайно выбранном пакете, который содержится в повторно высланном блоке.

Метод **RSTEG (Retransmission Steganography)** (рис. 2) основан на механизме повторной отправки пакетов. Отправитель посылает пакет, но получатель не отвечает пакетом с флагом подтверждения. Срабатывает механизм повторной отправки пакетов, и теперь посылается

пакет со стеганогаммой внутри, на который также не приходит подтверждения. При следующем срабатывании данного механизма посылается оригинальный пакет без скрытых вложений, на который приходит пакет с подтверждением об удачном получении.

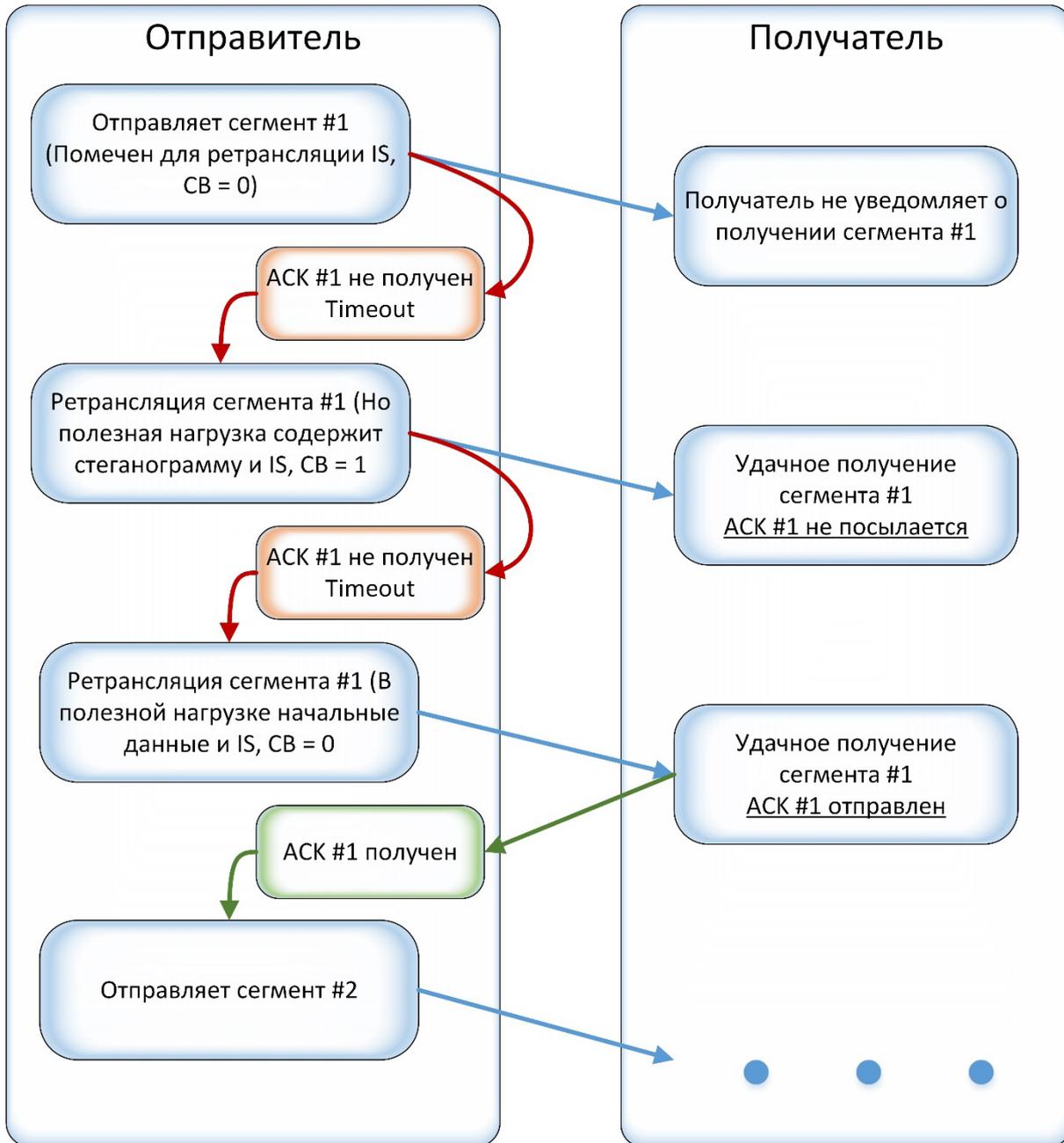


Рис. 2. Метод RSTEG

Производительность RSTEG размер полезной нагрузки пакета и частота, с которой генерируются сегменты. Ни один из реальных методов стеганографии не является совершенным. Независимо от метода, скрытая информация может быть обнаружена: чем больше скрытой информации внесено в поток данных, тем больше шансов, что она будет обнаружена методами стегоанализа.

Более того, чем больше пакетов используется для отправки скрытых данных, тем сильнее возрастает частота

ретранслированных пакетов, что существенно облегчает обнаружение скрытого канала связи. К тому же, потери пакетов в сети тщательно контролируются, а RSTEG использует легальный трафик, таким образом увеличивая общие потери. Чтобы убедиться, что общая потеря пакетов в сети нормальна и доля RSTEG не слишком высока по сравнению с другими соединениями в той же сети, уровень ретрансляции в целях стеганографии должен контролироваться и динамично адаптироваться.

Метод стеганографии с использованием ретрансляции пакетов RSTEG является гибридным. Поэтому его стеганографическая пропускная способность примерно равна пропускной способности методов с модификацией пакета, и при этом выше, чем у методов изменения порядка передачи пакетов. Сложность обнаружения и пропускная способность напрямую связана с используемым механизмом реализации метода. Метод RSTEG на основе **RTO** (*Recovery Time Objective* — *директивное время восстановления*) характеризуется высокой сложностью обнаружения и низкой пропускной способностью, а тот же метод на основе **SACK** (*Selective acknowledgment* — *выборочное подтверждение*) обладает максимальной для RSTEG пропускной способностью, но и более легко обнаруживаем.

Метод RSTEG хорошо подходит для TCP/IP, и при разумном уровне преднамеренных ретрансляций данный метод не должен вызвать подозрений у наблюдателя. Но данный метод весьма сложно реализовать, особенно те его алгоритмы, которые основаны на перехвате и исправлении пакетов обычных пользователей. Из-за резко возросшей частоты ретранслируемых пакетов или возникновения необычных задержек при передаче, стеганограммы могут вызвать подозрения у стороннего наблюдателя.

Метод **LACK** (*Lost Audio Packets Steganography*), как следует из названия, работает с протоколом VoIP. Связь через IP-телефонию состоит из двух частей: сигнальной (служебной) и разговорной. В обеих частях происходит передача информации в обе стороны. Для передачи используется сигнальный протокол **SIP** (*Session Initiation Protocol* — *протокол установления сеанса*) и **RTP** (*Real-time Transport Protocol* — *передача трафика реального времени, собственно — разговор*). Это значит, что в течении сигнальной фазы вызова конечные точки SIP (так называемые «пользовательские SIP-агенты») обмениваются некоторыми SIP-сообщениями. Обычно SIP-сообщения проходят через SIP-серверы, что позволяет пользователям искать и находить друг друга. После установления соединения начинается фаза разговора, где аудио-поток RTP идёт в обоих направлениях между вызывающим и вызванным. И именно здесь эффективен метод **LACK**. Пропускная способность его не меньше, а иногда и выше, чем у остальных алгоритмов, использующих аудио-пакеты. Принцип функционирования **LACK** выглядит следующим образом. Передатчик выбирает один из пакетов голосового потока, и его полезная нагрузка заменяется битами секретного сообщения — стеганограммой, которая встраивается в один из пакетов. Затем выбранный пакет намеренно задерживается. Каждый раз, когда чрезмерно задержанный пакет достигает получателя, незнакомого со стеганографической процедурой, он отбрасывается. Однако, если получатель знает о скрытой связи (именно ему адресована стеганограмма), то вместо удаления полученных RTP-пакетов он извлекает скрытую информацию [2]. При намеренном вызове потерь возникает ухудшение качества связи, что

может вызвать подозрение как у обычных пользователей, так и у прослушивающего наблюдателя. Исходя из представленных результатов стегоанализа метода **LACK**, можно заключить, что данный метод обладает средней сложностью обнаружения. Реализация метода слишком сложна, и может быть невозможна в пределах некоторых операционных систем [1].

1.2 Сравнение методов сетевой стеганографии

На диаграммах, представленных на рисунке 3, показаны сравнительные характеристики методов сетевой стеганографии, полученные в результате исследований, описанных в [6], [7], [8]. Методы стеганографии сравнивались по пропускной способности, сложности обнаружения, стоимости и сложности реализации. Ранжирование методов осуществлено в относительных единицах и не отражает количественных характеристик. Чем больше отображенный на диаграмме параметр соответствующего метода, тем выше его характеристика. Например, самой высокой пропускной способностью обладает метод **TrapSteg**, а самой высокой сложностью обнаружения — **НІССUPS**. При этом **НІССUPS** обладает наименьшей сложностью реализации, и находится на третьем месте по пропускной способности, что позволяет рассматривать его как фаворита. Необходимо также учитывать, что характеристики находятся в самой тесной взаимосвязи. Так, например, сложность обнаружения будет напрямую зависеть от качества реализации, а следовательно — сложности реализации.

2. Примеры практической реализации сетевой стеганографии

2.1 Система НІССUPS

Система **НІССUPS** (**Н**іdden **С**ommunication system for **С**orrUpted **Н**etwork**S**) — стеганографическая система с распределением полосы пропускания для сетей с разделяемой средой передачи данных (*shared medium*). **НІССUPS** использует несовершенства среды передачи — шумы и помехи, которые являются естественными причинами искажения данных.

Сети с разделяемой средой передачи данных, в особенности локальные сети с шинной топологией, используют различные механизмы доступа к среде, например, **CSMA** (*Carrier Sense Multiple Access*), **CSMA/CD** (*CSMA with Collision Detection*), **CSMA/CA** (*CSMA with Collision Avoidance*), **Token Bus**. Общая черта всех упомянутых механизмов — возможность «слышать» все кадры с данными, передаваемые в среде. Обязательное условие для перехвата кадров — доступ к физической среде. В проводной сети — через кабельные соединения, а в беспроводных — посредством работы с радиопередатчиком и принимающим оборудованием на соответствующем расстоянии и частоте.

«Прослушивание» всех передаваемых в среде кадров с данными и возможность отправки поврежденных кадров с неправильными значениями кодов коррекции — важнейшие сетевые функции для **НІССUPS**. В частности,

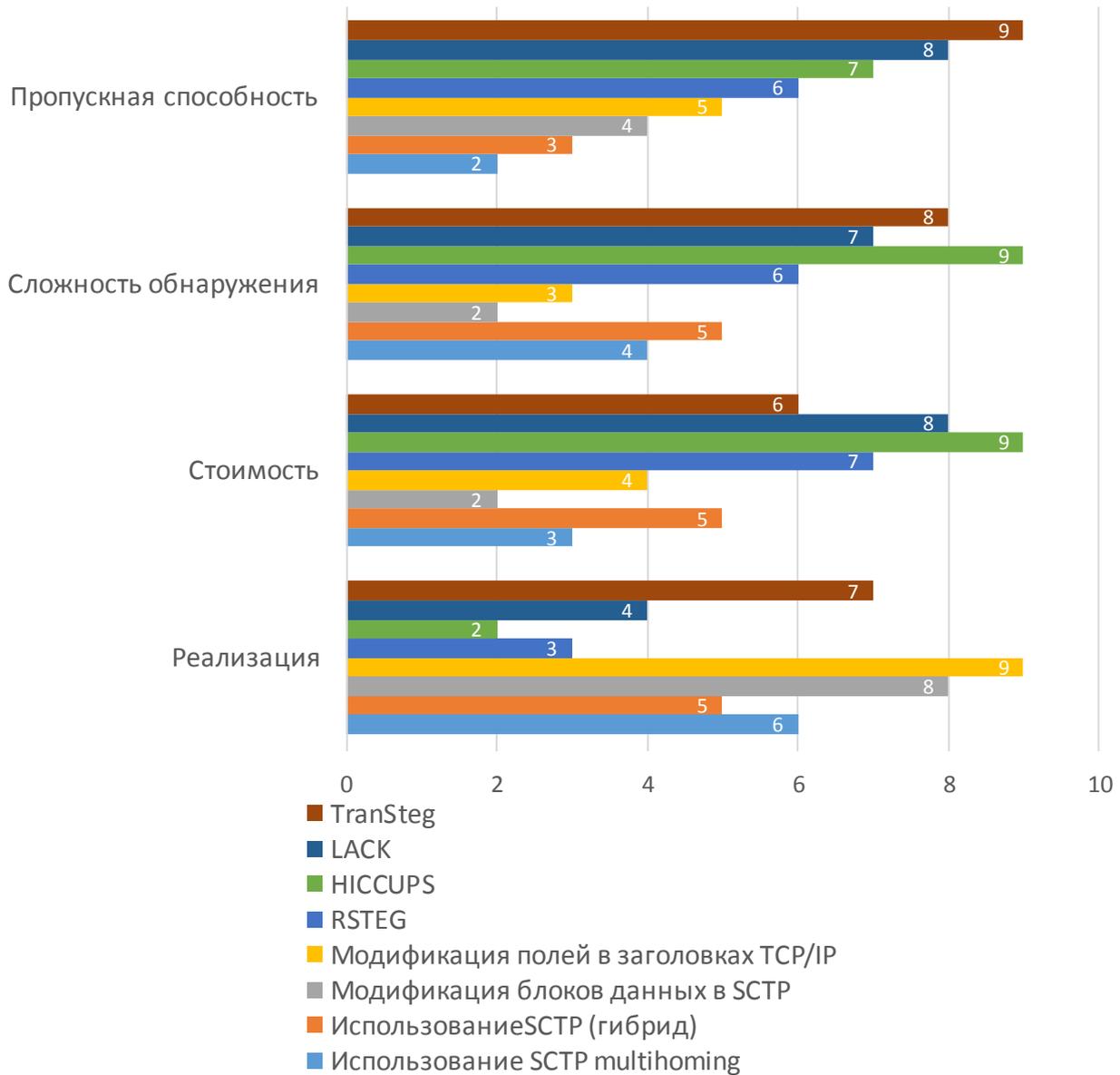


Рис. 3. Сравнение методов сетевой стеганографии

беспроводные сети используют радиопередачу с переменной частотой битовых ошибок (BER), что создает возможность для инъекций «искусственных» поврежденных кадров. В целом, новизна HICCUPS заключается в:

1. использовании защищенной телекоммуникационной сети, оборудованной криптографическими механизмами, для создания стеганографической системы;
2. новом протоколе с распределением пропускной способности для стеганографических целей, основанного на поврежденных кадрах.

Предлагаемая система предназначена для реализации в средах, обладающих следующими свойствами (обязательным является только свойство 1):

1. Разделяемая среда передачи данных с возможностью перехвата кадров;
2. Общеизвестный метод инициализации алгоритма шифрования, например, векторами инициализации;

3. Механизмы целостности для зашифрованных кадров, например, односторонняя хеш-функция, циклический избыточный код — CRC.

В сети с описанными свойствами можно создать три скрытых канала данных в кадре MAC:

- **HDC1:** канал, основанный на векторах инициализации шифра;
- **HDC2:** канал, основанный на MAC-адресах (например, назначение и источник);
- **HDC3:** канал на основе значений механизма целостности (например, контрольной суммы кадра).

В сетях, где безопасность не обеспечивается, используются только HDC2 и HDC3. Большинство проводных сетей не поддерживают безопасность на уровне MAC, в отличие от беспроводных.

Общая схема HICCUPS (рисунок 3) основана на трех режимах — система инициализации, базовый режим,



Рис. 4. Общая схема работы HICCUPS

режим поврежденных кадров — которые организованы следующим образом:

При **инициализации системы** все станции, включенные в скрытую группу, устанавливают секретный ключ для шифров, встроенных в стеганографическую систему. Предлагаемая система не ограничена одноадресной рассылкой (1: 1 — один отправитель одному получателю), многоадресной рассылкой (1: N — одна для многих, M: N — многие для многих) или широковещательным соединением. Решение открыто для любых процедур добавления в группу, ключевого соглашения или протокола обмена ключами [2].

Основным режимом работы HICCUPS является обмен данными на основе векторов инициализации шифра (HDC1) и MAC-адресов (HDC2). Эти скрытые каналы связи характеризуются низкой пропускной спо-

собностью — менее 1% доступного объема кадра. Они могут использоваться для обмена контрольными сообщениями между скрытыми рабочими станциями и для связи с низкой пропускной способностью. Для установленной последовательности, передаваемой через HDC1 или HDC2, станции скрытой группы перемещаются в режим поврежденных кадров, имеющий дополнительную полосу пропускания.

В **режиме поврежденных кадров** информация передается внутри полезной нагрузки кадров с намеренно созданными неправильными контрольными суммами (HDC3). Этот режим обеспечивает почти 100% пропускной способности в течение определенного периода времени. Обычно станции, которые не принадлежат к скрытой группе, отбрасывают поврежденные кадры с неправильными контрольными суммами. Об-

щеизвестным является метод создания контрольных сумм с поврежденным кадром для скрытых групповых станций. Последовательный перебор режимов обмена HDC1-HDC3 приводит к возврату в базовый режим. Сетевые адаптеры, работающие в режиме поврежденного кадра должны мониторить всех фреймы (даже с ошибочной контрольной суммой кадров) из среды передачи.

Основными функциональными частями предлагаемой системы являются:

P1: сетевые карты, предназначенные, например, для IEEE 802.11b, IEEE 802.11g; сетевые карты должны иметь возможность контролировать HDC1-HDC3 и полезную нагрузку данных в кадре MAC;

P2: система управления для контроля HDC1-HDC3 и данных в кадре MAC. Система P2 может быть программной или аппаратной и должна выполнять следующие функции:

- подключение к скрытой группы;
- отключение от скрытой группы;

— обеспечение интерфейса для верхнего сетевого уровня для управления HDC1-HDC3 и данных в кадре MAC;

с расширением криптографии:

- ключевое соглашение / обмен ключами;
- обновление ключа;
- шифрование/дешифрование;

После исследований на рынке сетевых адаптеров (включая IEEE 802.11 и IEEE 802.3) разработчики не обнаружили интерфейс, который позволял бы создать кадр с заданным CRC. Поэтому их работа направлена на разработку собственного сетевого адаптера или перепрограммирование существующего. Некоторые из доступных сетевых адаптеров IEEE 802.11 (особенно на базе Prism II) имеют встроенный режим контроля передачи, поэтому возможен перехват всего трафика, включая поврежденный кадр.

2.2 Стеганография в VoIP-потоке

Функционирование LACK подробно описано на рисунке 4. В передатчике из потока RTP выбирается один пакет, а его полезная аудио-нагрузка (голосовая информация) за-

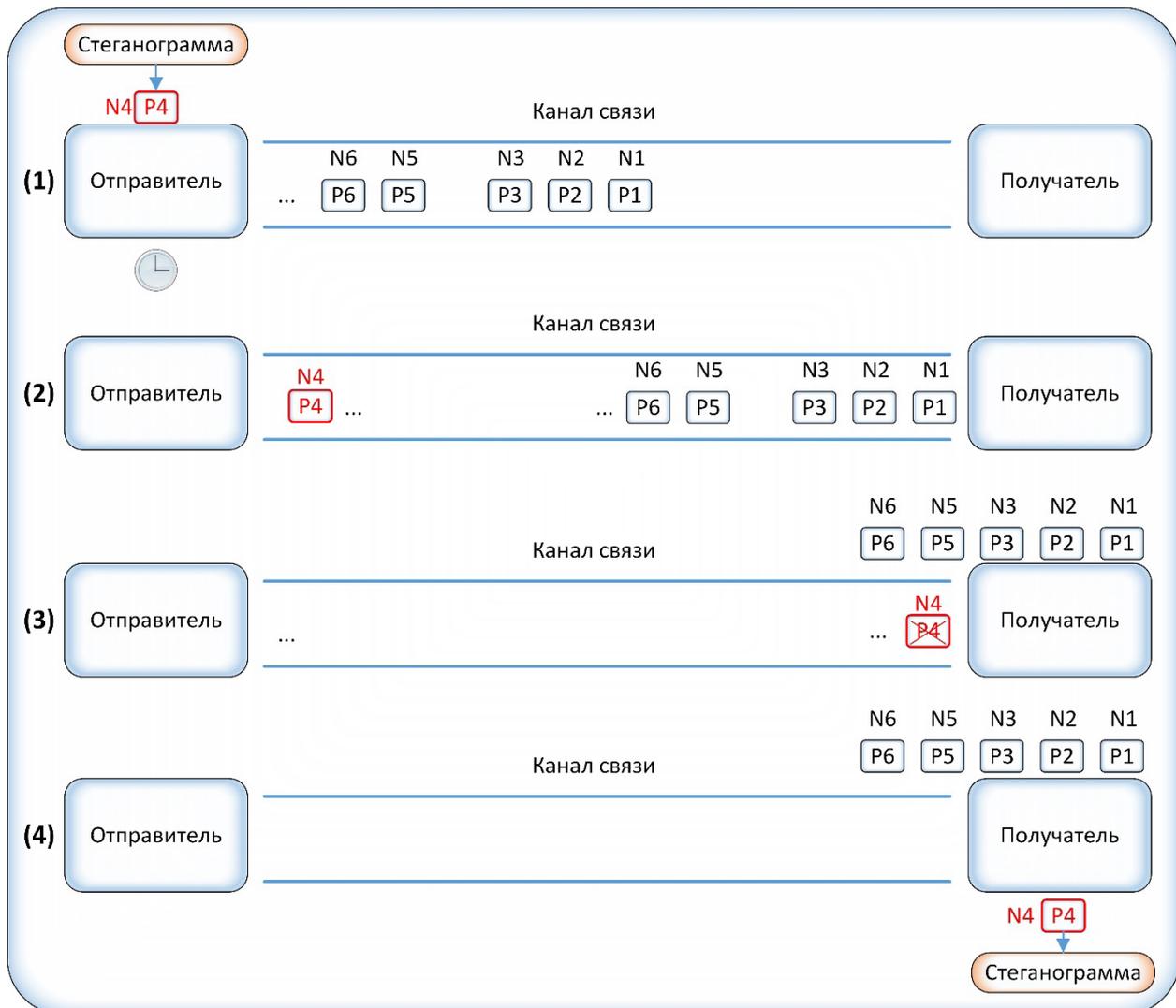


Рис. 5. Принцип работы LACK

меняется битами стеганограммы (1). Затем выбранный звуковой пакет намеренно задерживается перед передачей (2). Если пакет с превышенной задержкой достигает получателя, не подозревающего о стеганографической процедуре, он отбрасывается (3), потому что для не подозревающих приемников скрытые данные «невидимы». Однако, если приемник знает о скрытом сообщении, он извлекает скрытую («полезную») нагрузку вместо удаления пакета (4). Поскольку скрытая нагрузка умышленно задерживаемых пакетов используется для передачи секретной информации получателем, осведомленным о процедуре, никаких дополнительных пакетов не генерируются [3].

Стегоанализ LACK трудно выполнить, поскольку потеря пакетов в IP-сетях является «естественным явлением», и поэтому умышленные потери, введенные LACK, нелегко обнаружить, если они находятся в разумных пределах. Потенциальные методы стегоанализа LACK включают следующее:

— Статистический анализ потерянных пакетов для вызовов в подсети. Этот тип стегоанализа может быть реализован с помощью пассивного «надзирателя» (или какого-либо другого сетевого узла), например, на основе информации, включенной в отчеты протокола управления транспортным режимом (RTCP) в режиме реального времени (совокупное количество потерянных полей пакетов) между пользователями во время их обмена или наблюдения за потоками потока RTP (порядковые номера пакетов). Если для некоторых наблюдаемых вызовов количество потерянных пакетов выше среднего (или определенного выбранного порога), этот критерий может использоваться как указание на потенциальное использование LACK.

— Статистический анализ на основе длительности VoIP-вызовов. Если известно распределение вероятности продолжительности вызова для определенной подсети, то статистический стегоанализ может быть выполнен для обнаружения источников VoIP, которые не соответствуют распределению (продолжительность вызовов LACK может быть больше по сравнению с вызовами без LACK в результате введения стеганографических данных).

— Активный «надзиратель», который анализирует все RTP-потоки в сети (идентификатор источника синхронизации и поля: порядковый номер и временная метка из за-

головка RTP), может идентифицировать пакеты, которые слишком задержаны и уже не могут быть использованы для восстановления голоса. Активный «надзиратель» может стирать их поля данных или просто отбросить их. Потенциальной проблемой, возникающей в этом случае, является удаление задержанных пакетов, которые все еще могут использоваться для восстановления разговора. Размер буфера дрожания в приемнике, в принципе, неизвестен активному «надзирателю». Если активный «надзиратель» отбрасывает все задержанные пакеты, тогда он потенциально может отбросить пакеты, которые могут быть использованы для восстановления голоса. Таким образом, качество разговора может значительно ухудшиться. Более того, в этом случае затрагиваются не только стеганографические звонки, но и обыкновенные.

Заключение

В условиях современных информационных войн, немаловажной является задача скрытной и надёжной передачи ценной информации. В последнее время приобрели популярность методы, в которых скрытая информация передается через компьютерные сети с использованием особенностей работы протоколов передачи данных. Типичные методы сетевой стеганографии включают изменение свойств одного из сетевых протоколов. Кроме того, может использоваться взаимосвязь между двумя или более различными протоколами с целью более надежного сокрытия передачи секретного сообщения. Сетевая стеганография охватывает широкий спектр методов, из которых в данной работе особое внимание уделялось методу RSTEG, основанному на механизме повторной посылке пакетов (практический пример применения этого метода — система HICCUPS), и методу LACK-стеганографии — передаче скрытых сообщений во время разговоров с использованием IP-телефонии.

В статье также приведено сравнение методов по их основным характеристикам и реализации. Описанные исследования могут быть использованы в качестве основы для разработки новых методов стеганографии или для защиты информации от утечек по скрытым каналам, созданных с помощью рассмотренных методов.

Литература:

1. О. Ю. Пескова, Г. Ю. Халабурда — Применение сетевой стеганографии для защиты данных, передаваемых по открытым каналам Интернет — Технологический институт Южного федерального университета, 2013—7 стр.
2. K. Szczypiorski — HICCUPS: Hidden Communication System for Corrupted Networks — Интернет: <<http://krzysiek.tele.pw.edu.pl/pdf/acs2003-hiccups.pdf>> (дата обращения 01.11.2017).
3. W. Mazurczyk, J. Lubacz, K. Szczypiorski — On steganography in lost audio packets. — Интернет: <<https://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1102/1102.0023.pdf>> (дата обращения 01.11.2017).
4. Mazurczyk, W., Szczypiorski K. Steganography of VoIP streams.: In: MeersmanR, TariZ (eds) Springer-Verlag, 2009. [Электронный ресурс] / Wydziału Elektroniki i Technik Informacyjnych [сайт]. URL: http://home.elka.pw.edu.pl/~wmazurcz/moja/art/OTM_StegVoIP_2008.pdf (дата обращения 13.09.2017).
5. Stewart, R., Ed. Stream Control Transmission Protocol. — RFC 4960 — Request for Comments: 4960, 2007 [Электронный ресурс] / IETF Tools [сайт]. URL: <http://tools.ietf.org/html/rfc4960> (дата обращения 01.11.2017).

6. W. Frączek, W. Mazurczyk, K. Szczypiorski. Stream Control Transmission Protocol Steganography. [Электронный ресурс] //Warsaw University of Technology, Institute of Telecommunications [сайт]. URL: <http://arxiv.org/abs/1006.0247> (дата обращения 01.11.2017).
7. Wojciech Mazurczyk, Paweł Szaga, Krzysztof Szczypiorski. Retransmission steganography and its detection. [Электронный ресурс] / IT2Net [сайт]. URL: <http://cygnus.tele.pw.edu.pl> Раздел 6. Электронные библиотеки и развитие технологий информационного общества Санкт-Петербург, 10–12 октября 2012 г. 353 /~wmazurczyk/art/RSTEG.pdf (дата обращения 01.11.2017).
8. Wojciech Mazurczyk, Paweł Szaga, Krzysztof Szczypiorski. Using Transcoding for Hidden Communication in IP Telephony. [Электронный ресурс] / Warsaw University of Technology, Institute of Telecommunications [сайт]. URL: <http://arxiv.org/pdf/1111.1250v1.pdf> (дата обращения 01.11.2017).

Реализация базы данных для лаборатории микроскопии

Исаенков Егор Евгеньевич, магистрант
Дальневосточный федеральный университет (г. Владивосток)

В статье приведен пример создания и проектирования базы данных для лаборатории микроскопии. Для дальнейшего облегчения анализа и обработки данных полученных входе исследований и опытов.

Информационные технологии вошли в нашу повседневную жизнь большим объемом и безвозвратно. Еще раньше началось применение этих технологий в сфере науки. Только раньше использовались понятия вычислительная техника и автоматизированные системы. Сильно развилась и такая область как телекоммуникационные технологии, которые стали неотъемлемой составляющей любой автоматизированной информационной системы [1].

Вместе с тем росла сложность и информативность научного эксперимента. Экспериментальные установки становятся все сложнее, как в плане управления экспериментом, так и в области обработки и получения конечных данных. С применением компьютеров в этой области возрос и объем получаемых экспериментальных результатов. Теперь наряду с традиционными это могут быть большие объемы данных таких как: фото, аудио и видеоданные в цифровом виде. Но улучшение условий эксперимента и экспериментального оборудования выдвигает свои требования — теперь уже недостаточно интерпретировать какое-то явление, свойство, опираясь лишь на исследование одним методом, на одной установке. Если учесть, что экспериментальные лаборатории могут быть разнесены по разным зданиям, городам, и даже странам, то возникает необходимость аккумулировать все результаты научных исследований в одной базе для их дальнейшего, более плодотворного, анализа. Очевидно, что использовать для этого нужно простые, проверенные и наиболее используемые интерфейсы. К таковым, например, можно отнести Web-интерфейс [2].

Целью данной работы является создание базы данных реляционного типа с использованием СУБД, которая управлялась через Web-интерфейс и могла быть доступна

различным пользователям как в плане удаленности, так и с учетом политики безопасности.

1. Анализ предметной области

База данных (далее — БД) разрабатывается для сотрудников и гостей WEB-приложения. Поэтому БД должна содержать как публичные, так и конфиденциальные для посетителей данные, к которым могут иметь доступ только сотрудники лаборатории микроскопии. В ней так же должны содержаться данные: о сотрудниках использующие данную систему, об исследуемых объектах в лаборатории и их свойствах и временного характера (время внесения данных, изменения данных).

В соответствии с предметной областью система строится с учетом следующих особенностей [3]:

- 1) Каждый исследуемый объект в лаборатории имеет уникальный номер и название;
- 2) Каждый сотрудник имеет свой уникальный номер;
- 3) Каждое свойство объекта имеет уникальный номер и свое название;
- 4) Наличие списка приборов для проведения опыта

Выделим следующие базовые сущности нашей области:

1. **Исследуемый объект** (object)
2. **Модификации Объекта** (group_object)
3. **Наименования свойств и характеристик объектов** (characteristic)
4. **Свойства и характеристики объектов** (sub_characteristic)
5. **Роли пользователей** (name_of_role)
6. **Пользователи** (users)
7. **Время изменения характеристик у объекта** (time_change_object)
8. **Значения характеристик** (value)

2. Анализ информационных задач и круга пользовательской системы

Можно выделить 3 основные роли, у каждой из которых есть свои возможности работы с системой:

Администратор

Пользователь с наивысшим доступом, «Администратор», имеет возможность полного доступа ко всем функциям: добавления, чтения, изменения, удаления. А

также отслеживания, кем была добавлена или изменена запись в базе данных.

Пользователь

Данный вид пользователя имеет доступ к функциям добавления данных, и их изменения.

Гость

Пользователь с наименьшими правами. «Гость» имеет возможность просмотра данных, а также её копирования.



Рис. 1. Диаграмма вариантов использования

Функциональные возможности:

- 1) Ведение БД (запись, чтение, удаление, модификация);
- 2) Обеспечение логической непротиворечивости БД;
- 3) Реализация наиболее часто встречающихся запросов и представлений для пользователей в готовом виде;
- 4) Реализация хранимых процедур и триггеров для поддержания сложных ограничений целостности в БД.

3. Выработка требований и ограничений

Основные ограничения целостности:

- 1) Значения всех числовых атрибутов не должны быть отрицательными и ограничены значениями из соотношений логики функций, которые она выполняют [4].
 - Коды, являющиеся первичными ключами для каждой сущности, имеют ограничения от 0001 до 9999 или от 200000 до 2000000000.
 - Дата внесения данных выставляется автоматически.
- 2) Символьные атрибуты должны выполнять все требования для функции, которую они выполняют
 - Названия имеют 1–50 символов кириллицы, латиницы, пробел, запятая, дефис.

В ходе проектирования, сформировалась следующее представление об БД, которое наглядно представлено на рисунке 2.

К атрибутам каждой сущности относятся:

1. **object:** id, name_object, id_user, time_add_object, time_change_object, name_of_device, id_characteristic_N
2. **device:** id, name_of_device, description_of_device
3. **characteristic:** id, name_characteristic, description
4. **sub-characteristic:** id, id_characteristic, name_sub-property, description_sub-property.
5. **name_of_role:** id, name_of_role
6. **users:** id, login, password, first_name, last_name, patronymic, e-mail, phone, foto, id_role_of_user
7. **time_change_object:** id, id_object, time_change_object, id_user_change_object.
8. **value:** id, id_object, id_sub_characteristic, value

Сущность «object» служит для идентификации исходного изучаемого объекта в лаборатории и содержит идентификационный номер пользователя, который создал запись об объекте, время создания записи и название прибора на котором был проведён опыт. Во время исследования объекта, присваиваются наличие тех или иных свойств. При отсутствии наличия определённого свойства у объекта, в таблицу записывается параметр Null. Подробные параметры приведены в таблице 1.

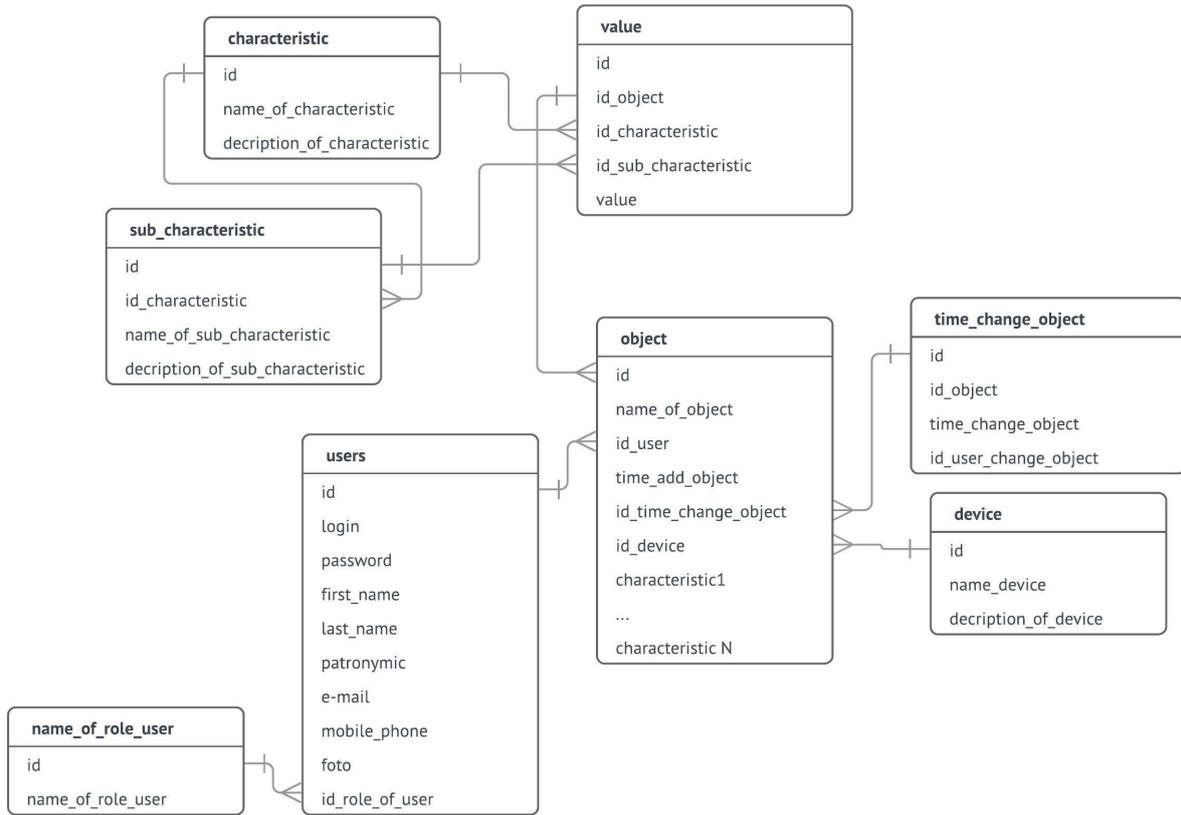


Рис. 2. Схема БД

Таблица 1. Сущность «объект»

Атрибут	Тип	Null	Unique	Назначение
id	int	Not Null	да	Первичный ключ: код объекта
name_object	varchar	Not Null	да	Наименование объекта
id_user	int	Not Null	нет	Внешний ключ: код пользователя
time_add_object	date	Not Null	нет	Время внесения новых данных
id_time_change_object	int	Null	нет	Внешний ключ: Время последнего изменения
id_device	varchar	Null	нет	Внешний ключ: код прибора
id_characteristic_1	int	Null	нет	Внешний ключ: код свойства объекта. В ходе эксплуатации системы, столбцы будут пополняться новыми свойствами
.....				
id_characteristic_N				

При исследовании объекта необходимо знать на каком приборе проходили опыты. Для этого создана сущность «device». В ней хранятся такие данные как: идентифика-

ционный номер, название прибора и подробное описание данного прибора. Подробные параметры приведены в таблице 2.

Таблица 2. Сущность «characteristic»

Атрибут	Тип	Null	Unique	Назначение
id	int	Not Null	да	Первичный ключ: код прибора
name_of_device	varchar	Not Null	да	Наименование прибора
description_of_charecteristic	varchar	Null	нет	Описание прибора

Каждое свойство имеет своё уникальное наименование, а также подробное описание этого свойства. Основные данные хранятся в сущности под названием «characteristic». Подробные параметры приведены в таблице 2.

Таблица 3. Сущность «characteristic»

Атрибут	Тип	Null	Unique	Назначение
id	int	Not Null	да	Первичный ключ: код характеристики
name_of_characteristic	varchar	Not Null	да	Наименование свойства
description_of_charecteristic	varchar	Null	нет	Описание свойства

Каждое свойство может иметь подсвойства, каждое из которых имеет своё название, подробное описание и итоговое значение после проведённого опыта. Подробные параметры приведены в таблице 2.

Таблица 4. Сущность «sub_characteristic»

Атрибут	Тип	Null	Unique	Назначение
id	int	Not Null	да	Первичный ключ: код подсвойства
id_characteristic	varchar	Not Null	нет	Внешний ключ: код свойства
name_sub_characteristic	varchar	Not Null	нет	Наименование подсвойства
description_sub_characteristic	varchar	Not Null	нет	Описание подсвойства

Для разграничения прав пользователей в системе имеется сущность с наименованиями привилегий пользователей: администратор, сотрудник. Подробные параметры приведены в таблице 4 ниже.

Таблица 5. Сущность «name_of_role»

Атрибут	Тип	Null	Unique	Назначение
id	int	Not null	да	Первичный ключ: код типа пользователя (роли)
name_of_role_user	varchar	Not null	нет	Наименование привилегий

Сущность «users» хранит данные об авторизированных пользователях в системе. Подробные параметры приведены в таблице 5 ниже.

Таблица 6. Сущность «users»

Атрибут	Тип	Null	Unique	Назначение
id	int	Not Null	да	Первичный ключ: код пользователя
login	varchar	Not Null	да	Логин пользователя
password	varchar	Not Null	нет	Пароль пользователя, хранимый в виде хэш-значения MD5
first_name	varchar	Not Null	нет	Имя пользователя
last_name	varchar	Not Null	нет	Фамилия пользователя
patronymic	varchar	Null	нет	Отчество пользователя
e-mail	varchar	Not Null	да	Электронная почта, необходимая для верификации аккаунта пользователя и восстановления пароля
mobile_phone	varchar	Null	нет	Контактный телефон
foto	varchar	Null	нет	Фотография пользователя
id_role_of_user	int	Not Null	нет	Категория пользователя

Важно вести журнал вносимых изменений записей об объектах в системе. Для этого предусмотрена сущность «time_change_object» в которую вносятся такие данные, как идентификационный номер изучаемого объекта, время внесения изменений и пользователь, совершивший изменение. Подробные параметры приведены в таблице 6 ниже.

Таблица 7. Сущность «time_change_object»

Атрибут	Тип	Null	Unique	Назначение
id	int	Not Null	да	Первичный ключ
id_object	int	Not Null	нет	Внешний ключ: код объекта
time_change_object	date	Not Null	нет	время внесения изменения
id_user_change_object	int	Not Null	нет	Внешний ключ: код пользователя производивший изменение

В ходе прохождения исследования и опыта над объектом, свойства и подсвойства приобретают некие значения. Значения могут выражаться как: числовыми па-

раметрами, так и обычным текстом, например: да, нет. Подробные параметры приведены в таблице 8 ниже.

Таблица 8. Сущность «value»

Атрибут	Тип	Null	Unique	Назначение
id	int	Not Null	да	Первичный ключ
id_object	int	Null	нет	Внешний ключ: код объекта
id_characteristic	int	Null	нет	Внешний ключ: код свойства
id_sub_characteristic	int	Null	нет	Внешний ключ: под характеристики к которому относится значение
value	varchar	Null	нет	Значение свойств и подсвойств

Программная реализация проекта базы данных выполнена с помощью операторов языка SQL: USE, CREATE, READ, UPDATE, DROP, INSERT [4].

4. Заключение

В ходе проведённой работы достигнута основная цель: создана база данных реляционного типа. Для дальнейшей реализации web-интерфейса не исключено использование следующих инструментов: HTML, CSS, Bootstrap, JavaScript, JQuery, Yii2, PHP, MySQL [3].

Для установки последующей системы вполне подойдут следующие компоненты:

1. MySQL Server
2. Операционная система Windows
3. Права администратора на компьютере

В качестве сервера для отладки интерфейса и скриптов подойдёт программа OpenServer. Данный выбор обусловлен тем, что в программу уже встроены программные обеспечения такие как: MySQL, PHP, Apache, phpMyAdmin и другие. Так же существенным плюсом Open Server, является его свободное распространение.

Литература:

1. Глухов, Е. В., Должиков С. В., Ковисарова Е. В., Смелик В. В., Соппа И. В., Фролов А. М., Хузиятов Т. Д. Конспект лекций для подготовки к междисциплинарному экзамену «прикладная информатика (в экономике)». Учебное пособие /; под ред. Б. Л. Резника; Дальневосточный федеральный ун-т, Шк. естественных наук, Шк. экономики и менеджмента. Владивосток, 2012, 312 с.
2. Купер, А., Рейман Р., Кронин Д. Алан Купер об интерфейсе. Основы проектирования взаимодействия. — Пер. с англ. — СПб.: Символ»Плюс, 2009. — 688 с
3. Виктор Гольцман. MySQL 5.0. Библиотека программиста: — Санкт-Петербург, 2010, 370 с.
4. П. В. Бураков, В. Ю. Петров Введение в системы баз данных. /Учебное пособие., Санкт-Петербург 2010, 129 с.
5. Дейт Дж. Кристофер Введение в системы баз данных. — М.: дом «Вильяме», 2005. — 8-е издание. 1315 с.
6. Шакин, В. Н. Методические указания по дисциплине «Теоретические основы построения БД» / Шакин В. Н., Сосновиков Г. К., Юскова И. Б. — М.: МТУСИ, Кафедра вычислительной математики и программирования, 2005, 37 с.

Применение метода анализа иерархий для оценки типа серверного оборудования

Рудзейт Олег Юрьевич, студент;

Жигульский Владислав Евгеньевич, студент;

Титанов Владислав Михайлович, студент;

Научный руководитель: Брызгина Светлана Павловна, старший преподаватель
Дальневосточный федеральный университет (г. Владивосток)

В данной работе решается задача оптимального выбора типа серверного оборудования для максимального использования его возможностей и соблюдения предпочтения каких-либо компаний по покупаемому оборудованию с помощью метода анализа иерархий, который малоизвестен в широких кругах и не так часто применяется для решения повседневных задач и может являться математическим обоснованием для выбора из предложенных вариантов.

*Чем больше возможностей, тем труднее выбрать.
Вадим Мозговой*

Целью работы является анализ типов серверного оборудования и установить какое оборудования станет наиболее предпочтительным для решения задач, поставленных компаниями.

Сегодня наблюдается большой интерес к теме «Big Data» и серверные технологии являются неотъемлемой их частью. Данная тема представляет большую значимость в нашем времени из-за массового перехода к использованию цифровой техники для обработки, передачи и хранении информации. Потребность в серверных технологиях неуклонно растет, потому что постоянно растет количество создаваемой информации разными компаниями. Первые серверные технологии начали применяться в 1991 году под руководством Стива Джобса. Сервер позволил очень быстро принимать, обрабатывать данные и выдавать результаты в кратчайшее время, которые могут потребоваться нескольким пользователям одновременно и в любой момент, а также очень эффективно использовать ИТ-ресурсы компании. Для оптимального выбора типа серверного оборудования подойдет метод анализа иерархий, который был разработан Т. Саати в 80-ых годах и математически обосновывающий решение исходя из предложенных альтернатив и

важности критериев, задаваемых лицом, принимающим решения.

Метод анализа иерархий

В 70–80-е годы американский учёный Т.Л. Саати разработал и развил «иерархический аналитический процесс» — мощный метод сопоставительного анализа и ранжирования объектов, характеризующихся наборами критериев и показателей, количественных и качественных. В литературе этот метод называют также методом анализа иерархий (МАИ). Метод применяется для многих задач, основными из них являются:

1. Сравнительный анализ объектов (многокритериальное ранжирование).
2. Многокритериальный выбор лучшего объекта (лучшей альтернативы).
3. Распределение ресурсов между проектами.
4. Проектирование систем по количественным и качественным характеристикам.

Шаги метода анализа иерархий:

1. Представление исходной проблемы в виде иерархической структуры (Рисунок 1).



Рис. 1. Трёхуровневая иерархия «цель — критерии — альтернативы»

Цель составляет высший уровень иерархии (уровень 1). На этом уровне может находиться лишь один объект. На следующих вниз уровнях находятся критерии. По системе этих критериев оцениваются сравниваемые объекты (называемые «альтернативами»). Альтернативы располагаются на самом нижнем уровне. В задаче могут присутствовать несколько уровней критериев, но обычно применяют иерархии 3 — уровневые (цель — критерии — альтерна-

тивы) и 4-х уровневые (цель — комплексные критерии — критерии — альтернативы).

2. Вынесение экспертных суждений на каждом уровне иерархии по парным сравнениям: критерии сравниваются попарно по отношению к цели, альтернативы — попарно по отношению к каждому из критериев.

Соответственно заполняются матрицы парных сравнений (Таблица 1): одна — для критериев, n матриц — для альтернатив; здесь n — количество критериев.

Таблица 1. Матрица попарных сравнений

	K_1	K_2	...	K_N	Лок. Пр.
K_1	1	8	...	3	
K_2	1/8	1	...	1/5	
...	1
K_N	1/3	5	...	1	

Операция парного сравнения: два объекта, находящихся на одном уровне сравниваются по своей относительной значимости для одного объекта высшего уровня. Если критерий имеет определенную числовую меру, например, масса, производительность, цена, то в качестве

результата оценки удобно взять отношения соответствующих характеристик в некоторой шкале отношений. Если критерий не имеет принятой меры, то сравнение в МАИ проводится с использованием специальной «шкалы относительной важности». (Таблица 2).

Таблица 2. Шкала Предпочтений

Степень предпочтения	Определение	Комментарии
1	Равная предпочтительность	Две альтернативы одинаково предпочтительны с точки зрения цели
2	Слабая степень предпочтения	Опыт эксперта позволяет считать одну из альтернатив немного предпочтительнее другой
3	Степень наибольшего предпочтения	Опыт эксперта позволяет считать одну из альтернатив явно предпочтительнее другой
4	Сильное предпочтение	Опыт эксперта позволяет считать одну из альтернатив гораздо предпочтительнее другой
5	Абсолютное предпочтение	Очевидность подавляющей предпочтительности одной альтернативы над другой имеет неоспоримое подтверждение

Данная шкала является упрощением шкалы Саати для предоставления большего удобства выражения предпочтения критериев для пользователя во время работы в приложении, чтобы можно было проще присвоить важность критерия и не вызвать каких-либо спутанных суждений.

Числа из этой шкалы используются, чтобы показать, во сколько раз элемент с большей оценкой предпочтительности доминирует элемент с меньшей оценкой относительно общего для них критерия или свойства.

В МАИ доминирование одного объекта над другим бывает:

а) по предпочтению;

б) по важности;

в) по вероятности.

При операции парного сравнения используют значения обратных оценок предпочтения: если преимущество i -той альтернативы по сравнению с j -той имеет одно из приведенных выше значений, то оценка предпочтения i -той альтернативы над j -той будет иметь обратное значение. То есть в МАИ все матрицы парных сравнений (МПС) являются обратно симметричными.

3. Математическая обработка матриц парных сравнений для нахождения локальных и глобальных приоритетов.

При точном процессе определения вектора локальных приоритетов задача сводится к нахождению собственного вектора матрицы парных сравнений:

$$A \cdot X = \lambda \cdot X,$$

где A — матрица парных сравнений (МПС), X — n -мерный вектор, составленный из искомых приоритетов, — собственное значение МПС; и последующего нормирования этого вектора:

$$\sum x_i = 1.$$

В рассматриваемой задаче искомым является вектор, соответствующий максимальному собственному значению.

Вектор локальных приоритетов может быть приближенно вычислен упрощенным способом:

Для каждой строки матрицы парных сравнений находим среднее геометрическое ее элементов:

$$a_{ij} = (a_{ij}^1 \cdot a_{ij}^2 \cdot \dots \cdot a_{ij}^s)^{\frac{1}{s}}.$$

Находим сумму всех этих средних геометрических.

Делим каждое среднее геометрическое на их сумму («нормировка на единицу»). Результат — вектор локальных приоритетов данной матрицы.

Оценка типов серверного оборудования для решения определенных видов задач предприятия

На сегодняшний день существует 3 основных типа серверного оборудования: Blade-сервер, Tower-сервер и стоечный сервер.

Tower-серверы могут использоваться в небольшом компаниях для решения повседневных задач, например, хранения данных компании или использования, как сервера, обслуживающего поддержку небольшой базы данных и использоваться для почты, но сервер не сможет справиться с работой, если корпорация в будущем планирует увеличивать штат сотрудников, в силу своей плохой масштабируемости.

Стоечные серверы наиболее предпочтительный малым, средним и большим компаниям, т. к. они являются очень масштабируемыми. При хорошем уровне масштабируемости можно легко повысить производительность сервера, стоит лишь добавить к нему компоненты — стойки. Данные составляющие работают в непосредственной близости от друга с большим выделением тепла, им требуется больше активного охлаждения, чем в башенном сервере. Они могут служить для поддержки базы данных компании, использоваться как web-серверы, как серверы файлов и приложений и т. д.

Blade-сервер также подходит малым, средним и крупным компаниям как и стоечные серверы, но они обладают преимуществом перед стоечными и башенными серверами в

виде наиболее компактной архитектуры, но их основной недостаток заключается в высоких затратах на покупку оборудования дальнейшее его обслуживание. Данные серверы в силу своей высокой производительности и масштабируемости могут использоваться, как прокси-серверы, FTP-серверы, серверы удаленного доступа и др.

Чтобы компания могла выбрать оптимальный сервер для достижения своих целей, в рамках решения данной задачи было разработано приложение на языке C# с применением экранных форм, составляющих интерфейс, который интуитивен и понятен пользователю.

Разберем пример выбора сервера для небольшой компании, с небольшим штатом сотрудников и не имеющая возможности приобрести дорогие и высокопроизводительные серверы. На рисунке 2 представлено окно для ввода альтернатив, из которых в дальнейшем будет выбрана наилучшая.

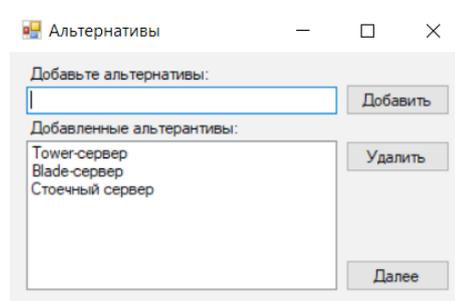


Рис. 2. Окно альтернатив

Далее зададим критерии отбора для выбора. В рассматриваемом примере ими станут масштабируемость, стоимость, надежность и производительность. Данные параметры потребуется ввести в следующем окне, представленном на рисунке 3, после добавления альтернатив.

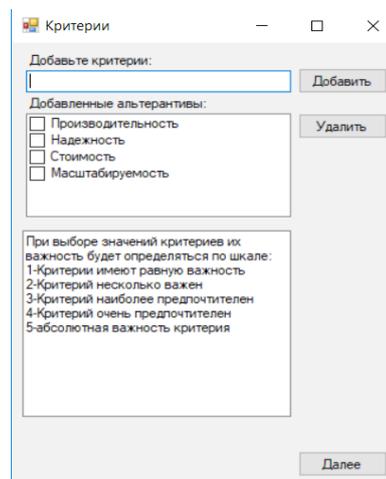


Рис. 3. Окно ввода критериев

На следующем этапе, показанном на рисунке 4, нужно расставить важности критериев, руководствуясь шкалой, представленной в таблице 2.

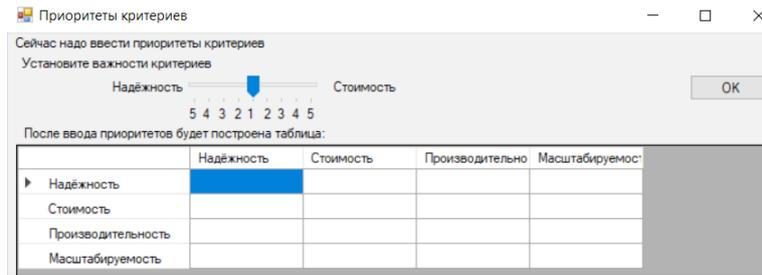


Рис. 4. Расстановка важности критериев

После данного этапа требуется расставить важность альтернатив по какому-либо оцениваемому критерию, чтобы в дальнейшем можно было выбрать оптимальное решение на основе полученных данных. Данная процедура будет происходить точно также, как показано на рисунке 4.

В данной программе было отдано предпочтение цене и надежности сервера, т. к. для небольшой компании мас-

штабируемость и производительность не являются основополагающими критериями.

Исходя из результатов, представленных на рисунке 5 и полученных в ходе вычислений программы, можно сделать вывод, что для компании лучше всех подходят стоечные сервера, обладающие сравнительно небольшой ценой перед blade-серверами и имеющие высокую надежность в работе, что очень важно для небольших компаний.

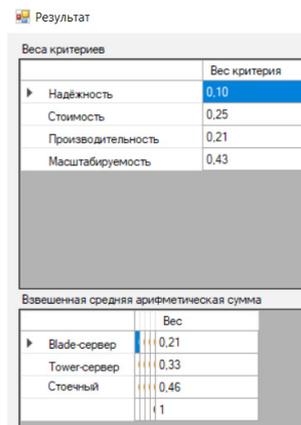


Рис. 5. Результат вычислений программы

Заключение

Метод анализа иерархий имеет большую значимость и применимость при выборе каких-либо альтернатив. Данный метод помогает сэкономить время на выборе, математически обосновывает предпочтения компании и помогает в решении поставленных задач в области приобретения оборудования.

В приведенном примере представлена оценка типов серверного оборудования с помощью метода анализа иерархий для выполнения поставленных задач в небольшой компании, которой не так важны масштабируемость и

производительность сервера, как надежность и его стоимость. В ходе вычислений наиболее оптимальным вариантом для небольшой компании оказался тип стоечных серверов. Он является масштабируемым, как и blade-серверы, наиболее надежным среди остальных типов.

Данные вычисления также возможно производить для крупных и средних компаний, отталкиваясь от их предпочтений и функций, которые должны нести серверы. Их предпочтения явно будут отличаться от мелких компаний, из-за высокого денежного потока и количества штатных сотрудников, которые будут им пользоваться, отсюда возникает необходимость в высокой производительности сервера.

Литература:

1. Саати, Т.Л. Принятие решений при зависимостях и обратных связях: Аналитические сети. — М.: Издательство ЛКИ, 2008. — 360 с.
2. Саати, Т.Л. Целочисленные методы оптимизации и связанные с ними экстремальные проблемы. — М.: Мир, 1973. — 302 с.
3. Басакер, Р.Г., Саати Т.Л. Конечные графы и сети. — М.: Наука, 1974. — 366 с.

4. Саати, Т.Л. Принятие решений. Метод анализа иерархий. — М.: Радио и связь, 1989. — 316 с.
5. Саати, Т., Кернс К. Аналитическое планирование. Организация систем. — М.: Радио и связь, 1991. — 224 с.

GeoGebra как средство решения стереометрических задач

Танкевич Людмила Михайловна, старший преподаватель;
Шкляр Анастасия Евгеньевна, студент
Дальневосточный федеральный университет (г. Владивосток)

В статье рассматривается применение возможностей программы GeoGebra решения стереометрических задач.

Математика одна из сложных наук, дающаяся ученикам не просто, ведь она требует достаточно хорошо развитого абстрактного мышления. Несмотря на сложность, овладение данной наукой вносит бесценный вклад в развитие человека. О важности и значимости математики говорит тот факт, что древние ученые, наряду с занятием философией, которую многие считают полной противоположностью точным наукам, занимались математикой, говоря о том, что «она приводит в порядок ум и мысли». Поэтому школьное образование, ставящее перед собой цель развития всесторонне развитой личности, отводит математике особое место.

Глубокому усвоению всему школьному курсу математики способствует стереометрия, изучаемая в старших классах. Ведь решение стереометрической задачи чаще всего требует выделения плоскостных объектов в составе пространственных, а это приводит к необходимости решать ряд планиметрических задач. Таким образом, решая задачи по стереометрии, всё время приходится возвращаться к планиметрии, повторять теоремы и вспоминать различные формулы. При решении стереометрических задач ещё в большей мере, чем в планиметрии, используются средства алгебры и тригонометрии, применяются векторный и координатный методы, дифференцирование и интегрирование. Таким образом, задачи по стереометрии способствуют творческому овладению всей совокупностью математических знаний [1, с. 4].

Решение задачи, неважно какой сфере она принадлежит, начинается с её анализа: выделения условия (что дано) и вопроса (что найти/доказать). Если уже на первом этапе решения ученик не может правильно понять, что от него требуется, задача заведомо будет решена неверно. В стереометрических задачах сложность заключается в том, что именно первый этап зачастую вызывает затруднения у учеников, поскольку требует проявления способности абстрактно мыслить, позволяющей правильно понять условие задачи, представить и изобразить тело, данное по условию, и сообразить, что требуется найти/доказать. На данном этапе самое значимое место отводится рисунку. Ребёнку необходимо не только изобразить чертёж в тетради, но и правильно его прочитать, понять, что рисунок на бу-

маге не даёт полного представления об изучаемом теле и во многом является условным. Важно, чтобы ученик, глядя на плоский рисунок, мог вообразить это пространственное тело и выявить данные по условию задачи элементы. Для формирования представления геометрических тел на уроках можно использовать макеты, модели геометрических фигур, которые позволяют рассмотреть их со всех сторон и продемонстрировать на них некоторые свойства. Однако, при решении стереометрических задач они не всегда эффективны: на моделях нельзя ставить точки, проводить прямые, плоскости и т. д.

Сегодня есть альтернатива макетам геометрических тел в виде 3D моделей, созданных на компьютере. Существуют компьютерные технологии, позволяющие учителю не только демонстрировать объекты изучения, но и в некоторых случаях даже решать задачи. Одним из таких помощников является программа GeoGebra, которая обладает широким спектром возможностей работы со многими разделами математики. Она применима для демонстрации как алгебраических, так и геометрических понятий и законов.

Для решения задач по стереометрии, GeoGebra обладает некоторым инструментарием, позволяющим не только строить пространственные тела, производить с ними различные манипуляции (изменять точки привязки фигуры, наблюдая изменение формы тела, вращать и анимировать), но и находить расстояние между точками, точкой и прямой, рассчитывать величины углов. Таким образом, продукт, созданный в программе, можно использовать в качестве наглядного пособия для правильного истолкования условия задачи, а также в качестве одного из способов решения или проверки правильности решения.

Удобство применения среды GeoGebra рассмотрим на конкретной задаче, взятой из сборника для подготовки к единому государственному экзамену «ЕГЭ 2018. Тематический тренажёр. Математика. Профильный уровень: задания части 2» [2, с. 38].

Задача 10. 58

В правильной четырёхугольной пирамиде $SABCD$ боковое ребро SA равно $\sqrt{5}$, а высота SH пирамиды равна $\sqrt{3}$.

Точки M и N — середины рёбер CD и AB соответственно, NT — высота пирамиды с вершиной N и основанием SCD.

а) Доказать, что точка T — середина отрезка SM.

Решение:

К данной задаче, в системе GeoGebra можно создать 3D-модель, причём, если использовать 3D-модель только в качестве наглядного пособия, то точное численное соблюдение всех значений величин пирамиды не требуется и достаточно просто с помощью средств данной программы изобразить пирамиду. Это можно делать во многих программах 3D-графики. Но как было заявлено выше, GeoGebra владеет некоторым инструментарием, позволяющим решать стереометрические задачи, в данном случае, программа позволяет проверить и показать, что действительно точка T, являющаяся основанием высоты, будет ещё и серединой отрезка SM.

Итак, чтобы решить данную задачу средствами GeoGebra, необходимо в первую очередь построить пирамиду SABCD и выделить в её составе пирамиду NSCD.

Переходим к построению правильной четырёхугольной пирамиды SABCD.

Пирамиду в GeoGebra можно построить разными способами, но удобней строить пирамиду по основанию и высоте, с помощью команды Пирамида (<Полигон>, <Высота>).

Начнем построение с основания пирамиды (построение основания удобно выполнять на полотне 2D, связанном с полотном 3D). Так как по условию пирамида правильная, следовательно, в основании лежит квадрат. Таким образом, для построения основания достаточно знать длину стороны квадрата ABCD.

Для проведения вычислений, построим вспомогательную пирамиду (рис. 1).

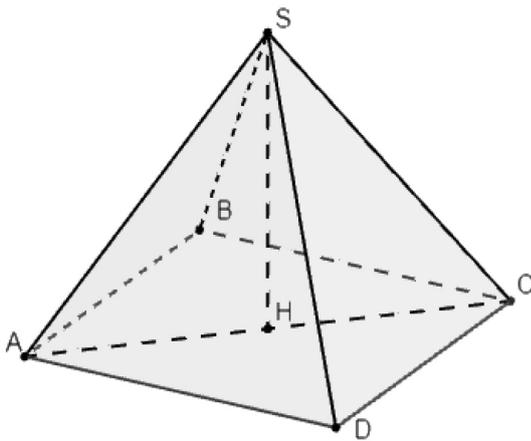


Рис. 1. Вспомогательный чертёж пирамиды SABCD

Вычислить длину стороны квадрата ABCD, обозначив её a , не сложно:

$$a^2 + a^2 = AC^2, \text{ т. е. } 2a^2 = AC^2 \quad 2a^2 = AC^2 \text{ или } a = \frac{AC}{\sqrt{2}}.$$

В свою очередь, $AC = 2 \times AH$, а $AH = \sqrt{AS^2 - SH^2}$.

Таким образом, $a = \frac{2 \times \sqrt{AS^2 - SH^2}}{\sqrt{2}}$, т. е. $a = 2$.

Построим основание пирамиды и обозначим его «многоугольник1». Сделать это можно следующим образом:

либо отметим точки: $A = (-1; -1; 0)$, $B = (-1; 1; 0)$, $C = (1; 1; 0)$, $D = (1; -1; 0)$, затем соберём их в единый объект с помощью команды: многоугольник1 = (A, B, C, D);

либо, так как пирамида правильная, с помощью инструмента «Правильный многоугольник», укажем две смежные вершины многоугольника A и B, и в появившемся диалоговом окне введём количество вершин — 4 (программа пропишет эту команду следующим образом: многоугольник1 = (A, B, 4)).

Высота имеет иррациональность в значении ($SH = \sqrt{3}$), построить её не просто, так как в GeoGebra отрезок заданной длины не может быть иррациональным числом (программа автоматически такие значения округляет), а геометрия не терпит округлений. Поэтому для получения SH, выполним вспомогательные построения (для вспомогательных построений удобней использовать 2D полотно). Применяя теорему Пифагора, построим прямоугольный треугольник, катет которого будет иррациональным числом равным $\sqrt{3}$.

Представим число $\sqrt{3}$ следующим образом: $\sqrt{3} = \sqrt{4 - 1} = \sqrt{2^2 - 1^2}$.

Отметим на оси координат точки: O (0, 0), Q (1, 0). Построим прямую, перпендикулярную прямой OQ, с помощью соответствующего инструмента (прямая совпадает с осью ординат). Проведём окружность с центром в точке Q и радиусом 2 см, находим точку пересечения данной окружности и проведённой прямой. Получим отрезок OR, длина которого равна $\sqrt{3}$ см (рис. 2).

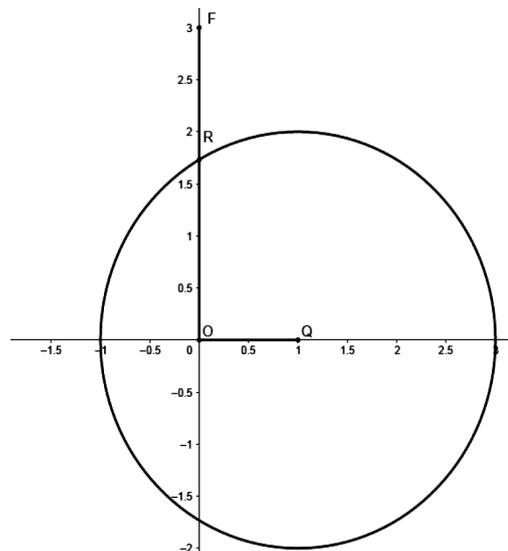


Рис. 2. Длина отрезка SH = $\sqrt{3}$ см

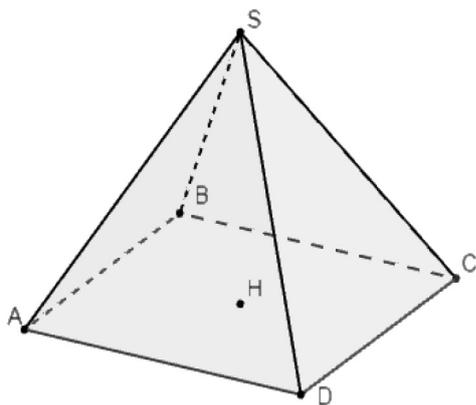


Рис. 3. Пирамида SABCD

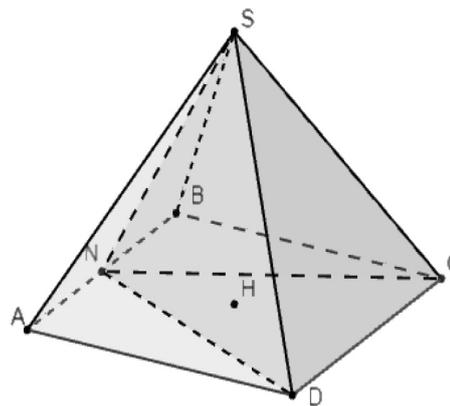


Рис. 4. Построение пирамиды NSCD

Построим пирамиду либо соответствующим инструментом, либо прописав команду: $b = \text{Пирамида}(\text{многоугольник1, OR})$ (рис. 3).

Отметим точки $M(1, 0, 0)$ и $N(-1, 0, 0)$.

Выделим пирамиду NSCD, содержащуюся в пирамиде SABCD. Для этого введём в командной строке: $d = \text{Пирамида}(N, D, S, C)$ (рис. 4).

Так как пирамида NSCD содержится в пирамиде SABCD, то не каждый ученик, даже смотря на 3D модель, сможет сразу увидеть и понять её форму. Здесь на помощь приходит анимация, которую позволяет осуществить GeoGebra. Создадим анимацию, при которой из основной пирамиды SABCD, будет выезжать на указанный вектор (его определим сами) пирамида NSCD, в которой и нужно выяснить, куда падает высота NT.

Укажем произвольный вектор u . Удобно перемещать пирамиду по оси абсцисс, поэтому с помощью инструмента «Вектор» указываем вектор, началом которого будет являться точка A , а концом D , или вводим команду: $u = \text{Вектор}(A, D)$.

Создадим на полотне 2D ползунок k , с помощью инструмента «Ползунок», ему зададим следующие параметры: интервал от 0 до 1.5, шаг — 0.001, скорость — 1, повтор — колебания.

Введём команду анимации: Перенести (d , Вектор($u \times k$)), тем самым указав программе: при движении ползунка перемещать по оси абсцисс пирамиду NSCD на вектор $u \times k$. Работа программы продемонстрирована на рисунке 5.

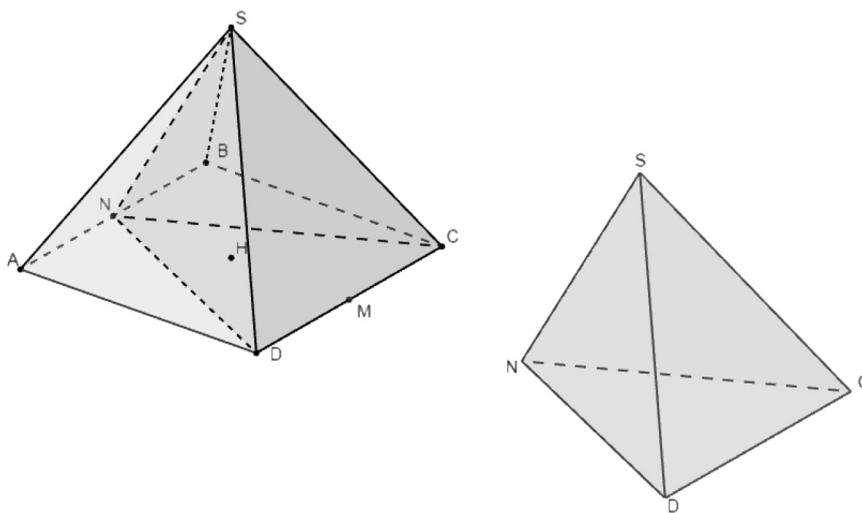


Рис. 5. Анимация выдвижения пирамиды NSDC

После демонстрации тела, с которым необходимо работать, вернёмся к условию задачи. Есть два способа решения:

1. *Поэтапно-вычислительный метод решения задачи.* Данный способ заключается в следующем: необходимо построить прямую, проходящую через точку N и T — середину SM и посмотреть, будет ли угол между этой прямой и плоскостью SDC равен 90° .

В GeoGebra решение данным способом осуществляется следующим образом:

— построим отрезок SM с помощью соответствующей команды;

— отметим точку T — середину SM с помощью соответствующего инструмента или команды: $T = \text{Середина}$

(S, M). Программа автоматически рассчитает координаты точки T (0.5, 0, 0.87);

— построим луч NT, для этого используем соответствующий инструмент или команду: $k = \text{Луч}(N, T)$;

— с помощью команды Угол (<Линия>, <Плоскость>) или соответствующего инструмента рассчитаем угол между NT и (SDC). Таким образом, команда примет вид: $\alpha = \text{Угол}(k, e)$. (При построении пирамиды, про-

грамма автоматически называет грани. Грань SDC обозначена e);

— после команды «Угол» программа автоматически обозначит на 3D модели искомый угол и подпишет его значение, так же в самой программе, после символа появится значение угла, а именно 90° (рис. 6). Следовательно, луч NT перпендикулярен плоскости (SDC), т. е. является высотой пирамиды.

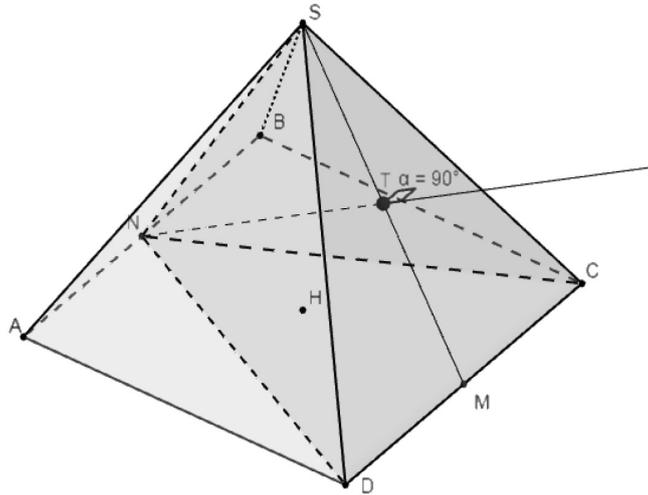


Рис. 6. Решение задачи поэтапно-вычислительным методом

2. Координатный метод решения задачи. Именно этот метод очень удобно использовать при решении задач в программе GeoGebra, так как при построении тел на 3D полотне автоматически задаётся система координат и в списке команд отображаются координаты точек, используемых при построении.

Для решения данной задачи этим способ необходимо найти координаты середины SM и координаты точки T, где NT — высота пирамиды NSDC и сравнить их. Если координаты равны, то точки совпадают.

Реализация решения задачи данным способом выглядит следующим образом:

— построим отрезок SM с помощью соответствующей команды;

— найдём координаты точки T — середины SM (как указано выше). В нашем случае T (0.5, 0, 0.87);

— построим перпендикуляр j из точки N на плоскость (SDC) с помощью команды: $j = \text{Перпендикуляр}(N, e)$;

— найдём точку пересечения перпендикуляра j и плоскости (SDC) с помощью соответствующего инструмента или команды: $K = \text{Пересечение}(j, e)$. Появляются координаты (0.5, 0, 0.87);

— координаты точки K будут посчитаны автоматически и как видно будут совпадать с координатами точки T, т. е. $K = T$. Так же в программе будет происходить наложение точки K на точку T (рис. 7). Значит отрезок NT перпендикулярен плоскости SDC, а следовательно, является высотой пирамиды.

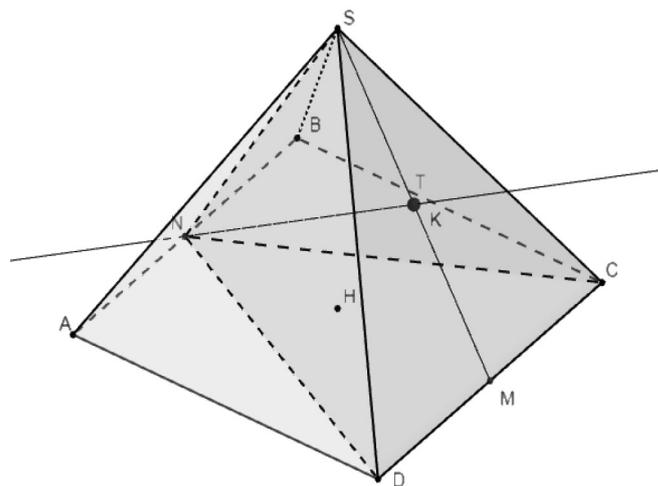


Рис. 7. Решение задачи координатным методом

Таким образом, GeoGebra не только представила 3D модель геометрического тела к задаче, но и позволила показать, что высота действительно падает в середину SM.

Нужно принять во внимание, что, если речь касается числовых вычислений, например, в задаче требуется найти длину отрезка, расстояние между точками, точкой и прямой, то если это значение будет иррациональным, GeoGebra, как отмечалось ранее, его округлит, тем самым ответ будет найден неверно. Данную ситуацию можно проследить на представленном выше примере: высота пирамиды SABCD равна $\sqrt{3}$ и для точности построения высоты, выраженной иррациональным значением, были произведе-

дены дополнительные построения. При таком способе построения пирамиды SABCD значение рёбер должно быть равно $\sqrt{5}$. Если измерить длину рёбер, т. е. расстояние между вершиной S и точками A, B, C, D, инструментом «Расстояние», программа выведет значение равное 2.24, что является округлённым значением $\sqrt{3}$. Это же касается и тех случаев, когда нужно посчитать значение угла. Поэтому при построении нужно соблюдать точность, иначе при вычислении могут быть допущены ошибки.

Система компьютерной геометрии GeoGebra удобна и, что самое главное, универсальна в применении. Её можно успешно использовать для решения задач разного типа и уровня сложности.

Литература:

1. Готман, Э. Г. Стереометрические задачи и методы их решения. — М.: МЦНМО, 2006. — 160 с..
2. Сергеев, И. Н., Панферов В. С. ЕГЭ 2018. Тематический тренажёр. Математика. Профильный уровень: задания части 2 — М.: УЧПЕДГИЗ, 2018. — 94, [2] с. (Серия «ЕГЭ. Тематический тренажёр»)

Машинное обучение электронной коммерции

Хайитова Ирода Илхомовна, ассистент
Бухарский инженерно-технологический институт (Узбекистан)

Статья посвящена общему обзору современных методов машинного обучения, применимых к сфере электронной коммерции. Раскрывается актуальность информационных технологий, направленных на усовершенствование торговых процессов, а также рассматриваются ключевые методологические вопросы.

Ключевые слова: машинное обучение, Big Data, электронная коммерция, e-commerce, анализ, CBR.

Экосистема современного бизнеса не может развиваться без внедрения информационных технологий. Это положение становится особенно актуальным применительно к сфере торговли. Реализация товаров с помощью Интернета применима к бизнесу любого уровня, поэтому разработка новых методов, способствующих успешному взаимодействию классической торговли и современных технологий, безусловно, актуальна. Для оптимизации работы электронных систем требуется применение машинного обучения — особого алгоритма «объясняющего» компьютеру, что и когда ему нужно сделать. Это минимизирует роль программиста: устройства самостоятельно определяют, как сами верные действия в той или иной ситуации, так и их верную последовательность, базируясь на оперативном анализе имеющихся данных. Английский специалист П. Флах утверждает, что его смысл состоит в «использовании новых признаков для построения моделей, подходящих для решения поставленных задач» [1]. При этом модели обеспечивают разнообразие предмета машинного обучения, тогда как задачи и признаки придают ему единство». Специфика машинного обучения позволяет ему успешно решать многочисленные экономические задачи. К ним можно отнести поиск целевой ау-

дитории, определение оптимального торгового предложения для каждого покупателя, защиту от мошенников, регулировку финансовых процессов и т. д. Для практической реализации подобных целей используются методики разного типа, в частности, — приемы обучения с учителем, построенные на внедрении целого ряда задач: классификации, регрессии, рекомендации, заполнении пропусков и т. д. Этот список можно продолжать достаточно долго, ведь типология задач, позволяющих успешно реализовывать технологию машинного обучения, постоянно расширяется и совершенствуется. Под электронной коммерцией, вслед за А. В. Юрасовым, в настоящей работе будет пониматься «любой вид сделок, при которых взаимодействие сторон осуществляется электронным способом вместо физического обмена или непосредственного физического контакта. Применительно к современным реалиям сюда входит, прежде всего, торговля через Интернет, требующая тщательного индивидуального подхода к клиентам на всех этапах: от продвижения площадки или конкретного товара до расширения спектра покупательского спроса и усовершенствования системы оформления и получения заказа, а также обратной связи. Именно поэтому машинное обучение в этой сфере становится осо-

бенно необходимым. В настоящей статье мы рассмотрим ключевые методы машинного обучения, применимые к электронной коммерции [3].

На наш взгляд, такие приемы позволяют максимально продуктивно реализовать возможности онлайн-торговли с применением инновационных технологий.

1. CBR-метод. Представляет собой рассуждение на основе прецедентов. Его реализация позволяет решать задачи, связанные с поиском аналогий, используя ранее зафиксированные решения. Обязательным условием использования подобного метода служит сходство прецедентной и актуальной ситуаций. Система основана на том, что пользователь задает требуемые параметры путем работы с интерфейсом или формирования заказа. Анализируя параметры, система предлагает ряд прецедентов. Решение, принятое пользователем, сохраняется в памяти устройства и в дальнейшем используется в качестве нового элемента накопленного опыта. Один из самых распространенных CBR-методов — метод ближайшего соседа. Он позволяет наиболее быстро и легко выявить степень сходства текущей ситуации с прецедентами из базы.

2. Коллаборативная фильтрация. Комплекс методов, определяющих возможные предпочтения пользователей. За основу берутся уже изученные мнения других пользователей. Действует принцип аналогии: если два человека дали похожие ответы на одни и те же вопросы, то можно предположить, что и другие ответы у них будут схожи. Примеры реализации подобных методов достаточно часто встречаются в Интернет-магазинах: достаточно вспомнить систему рекомендации смежных товаров, которые могут быть интересны покупателю, стоя на иной позиции. Однако на практике метод сталкивается с рядом сложностей. Чем большее количество пользователей и объектов задействовано, тем сложнее выстроить верный алгоритм и найти решение задачи. Машинное обучение позволяет реализовывать тип коллаборативной фильтрации, построенный на создании моделей [2]. При этом используются кластеризация, метод байесовских сетей и латентной семантической модели.

3. Анализ аудио- и видеоданных. Реализация этого метода возможна при наличии дополнительного обо-

рудования. Так, исследователями МГТУ им. Н.Э. Баумана Т.М. Волосатовой и В.Е. Яблоковым предложена методика, позволяющая анализировать специфику поведения посетителей магазина при помощи изучения данных системы слежения. Это позволяет оптимизировать процесс торговли и сделать его более ориентированным на покупателей. Благодаря внедрению машинного обучения возможен учет таких параметров, как количество посетителей (в т. ч. постоянных), расчет времени, проведенного в торговой точке, и т. д.

4. Работа с Big Data. Big Data (далее — BD) — «целая серия инструментов и методов для обработки огромных структурированных и неструктурированных объемов данных разнообразных форматов и находящихся в различных местах» [2]. На сегодняшний день Большие Данные прочно закрепились в сфере электронной коммерции, поэтому достижение значимых результатов невозможно без тщательной автоматизированной аналитики. Несмотря на то, что BD позволяют успешно реализовывать многие коммерческие задачи, а также служат отличной базой для машинных методов обучения, эксперты отмечают ряд связанных с ними проблем. В частности, они связаны с недостаточным количеством специалистов, поэтому создание универсальных алгоритмов становится особенно важной задачей. Безусловно, методологический аппарат машинного обучения не ограничивается предложенным нами списком [1]. Спектр применения алгоритмов, призванных автоматизировать электронную коммерцию и сделать ее более персонализированной, значительно шире. Регулярно появляются новые методики, благодаря которым торговые процессы становятся значительно проще и удобнее: появляется возможность сэкономить на штате работников, возрастает конверсия, ускоряется процесс обработки данных и т. д. Применение подобных технологий позволяет решать и другие актуальные проблемы, например, предсказать движение потока клиентов, что дает возможность эффективно управлять им. Именно поэтому развитие технологии машинного обучения и внедрение новых алгоритмов и моделей представляется нам одной из приоритетных задач современной науки.

Литература:

1. Домингос, П. Верховный алгоритм: как машинное обучение изменит наш мир. — М.: Манн, Иванов и Фербер, 2016. — 336 с.
2. Флах, П. Машинное обучение. Наука и искусство построения алгоритмов, которые извлекают знания из данных. — М.: ДМК Пресс, 2015. — 400 с.
3. Юрасов, А.В. Электронная коммерция: Учеб. пособие. — М.: Дело, 2003. — 480 с.

Терроризм в сети

Яцук Константин Васильевич, доцент;
 Мухамбетов Жанибек Сабинович, курсант;
 Цымбалий Александр Олегович, курсант

Военный учебно-научный центр ВВС «Военно-воздушная академия», филиал в г. Челябинске

Достаточно серьезная проблема в наше время и значительная угроза в будущем-терроризм. В этой статье мы посмотрим формы терроризма в интернете, причины возникновения. Рассмотрим статистику терроризма.

Терроризм включает в себя использование силы в политических целях, это некая форма политического насилия. С конца 60-х годов он приобрел большие масштабы:

1. С 1970–1985 г. в Европе совершено примерно 3000 терактов;
2. В Латинской Америке — 1573;
3. На Ближнем Востоке — 1330;
4. В Северной Америке — 448;
5. С 1986 рост терактов в различных регионах мира составил от 50 до 60 процентов. [3]

Количество террористических актов увеличивается, и они становятся более жестокими и объектом становятся невинные люди. Например:

1. 80 % в 70 г. терактов были против собственности и только 20 % — против людей;
2. Соответственно 50 % и 50 % в 80 г.;
3. 30 % и 70 % в 90 г.
4. Около 90 % терактов достигают своих целей,

также резко возросла дисциплина внутри террористических организаций. Террористические группы различных стран контактируют между собой и контролируют свои действия. [6]

Проблему терроризма это одна из главных проблем человечества и ее необходимо решить тем или иным путем. И более 30 лет продолжается поиск решения этой проблемы, несмотря на это, нет не одного разумного решения. [2]

Терроризм относится к числу самых тяжких преступлений по законам Российской Федерации. Под понятием терроризма понимают массовое, уголовно наказуемое явление, главной чертой которого это совершение умышленных преступных действий с целью вызвать страх и панику, с выдвижением различных требований к государству. [5]

Исходя из статистики: индивидуальные террористические действия совершают психически нездоровые люди, идущие на преступление под влиянием только им понятных мотивов, к примеру: был случай, когда пенсионер пытался на своём автомобиле прорваться в Московский Кремль и взорвал начинённую взрывчаткой машину на Красной площади.

Главный «инструмент» терроризма — это страх.

Определим понятие «терроризм», нами рассмотрены две точки зрения:

Террористы — это обычные уголовники, а их действия — это уголовные преступления. Аргументация данного — они совершают убийства, угоны самолетов, т. п. действия, которые рассматриваются как преступления внутренним и международным правом. [1]

Невозможно не заметить, что терроризм схож с уголовным преступлением, и также схож с военными действиями, но при этом терроризм обладает и своими специфическими чертами.

Из данных многочисленных определений терроризма можно выделить ряд положений, которые встречаются в этих определениях: Терроризм — это одна из форм организованного насилия. Он объединяет в себе высокий уровень политической мотивации с низким уровнем участия масс. Террористических план рассчитан на определенный эффект, а именно посеять страх и создать угрозу широкому кругу лиц. При совершении данного плана существует разделение между жертвой насилия и группой, являющейся объектом воздействия, целью насилия. В террористической плане существует три стороны конфликта:

1. Люди, отвечающие за совершение теракта;
2. Жертвы террористов;
3. Кого хотят запугать и заставить вести себя определенным образом. [7]

Исходя из сказанного, дадим общее понятие терроризма: Терроризм — это план, главный инструмент которого это насилие или угроза насилия с сопровождением конкретных требований. Насилие направлено против различных гражданских объектов и лиц, цели этого плана политический или иной характер. Что касается исполнителей, это небольшое количество людей, отстраненных от населения, которые входят в состав организованных групп, и они берут на себя ответственность за совершение плана. План совершается так, чтобы было привлечено максимальное количество внимания и оказать воздействие на власть или на определенные группы населения, при этом это выходит за рамки причинения физического ущерба. [4]

Терроризм — это дорогостоящий способ решения каких-либо проблем, и чтобы добыть материальные средства, людей готовящие соответствующих специалистов и т. п. для этого нужны различные структуры организованных

формирований, к примеру среди террористов есть религиозные фанатики, готовые сделать все что угодно. [2]

Рассмотрим формы проявления терроризма:

1. Политический, совершается для получения чего-либо от гос. служащих;
2. Сепаратистские силы;
3. Вымогательство денег с помощью различных угроз;
4. Провоцирующие войны;
5. Уголовный терроризм, который чаще встречается среди организованных преступных сообществ.

В начале 21 века в России сложилось понятие террористической преступности, которое отражает рост числа и общественной опасности террористических преступлений. Данный вид преступности оказывает серьёзное влияние на жизнь страны, экономику, и т. п.

Интернет становится одним из причин терроризма 21 века, так как большинство террористических организаций основали в интернете группы, которые занимаются разведкой данных, которые используют при подготовке атак, так например: «Аум Синрике» — это японская террористическая группировка, она создала компьютерную программу, которая перехватывала сообщения полицейских радиостанций и отслеживала маршруты движения полицейских автомобилей и данная группировка провела газовую атаку с использованием данных программы в токийском метро в 1995 г. [1]

Деятельность террористов в Интернете можно классифицировать следующим образом:

1. Активизм — это «легитимное» использование интернета для пропаганды своих идей, а именно для заработка и увеличения численности;
2. Хакерство — это хакерские атаки, проводимые с целью выведения из строя отдельных компьютерных сетей либо интернет-сайтов, для получения доступа к секретной информации и т. д.;
3. Кибертерроризм — это компьютерные атаки, спланированные с целью нанесения максимального ущерба жизненно важным объектам информационной инфраструктуры. [7]

Интернет в силу легкого доступа является идеальной средой для деятельности террористов:

1. В интернете просто обеспечить анонимность пользователей;
2. Он не управляется и не контролируется;
3. В сети не действуют законы и не существует полиции.

Размещение на сайтах руководств по изготовлению бомб, оружия, организации терактов — это самый опасный способ использования интернета. Владельцы сайтов, которые вывешивают подобные инструкции, утверждают, что не они не относятся к авторам руководств.

Терроризм в сети опасен тем, что террористы могут атаковать или проникнуть внутрь компьютерных систем и от этого могут пострадать военные, разведывательные службы и т. д. [6]

Конечно же, есть возможность совершения теракта с помощью компьютера, например, в 1998 году 12 летний

мальчик взломал систему доступа к пульту управления дамбой крупнейших водохранилищ США и если бы он отдал команду полностью открыть затворы, то под лавиной воды погибли бы жители, как минимум, двух близлежащих городков. [5]

Террористы могут использовать такие виды кибер-оружия, как компьютерные вирусы, «черви» и т. д. Но несмотря на это, на данный момент популярным и заметным видом кибер-терроризма это взлом сайтов и размещение на них лозунгов и призывов.

Рассмотрим несколько способов, с помощью которых можно использовать интернет с целью содействия террористическим группам:

1. Террористы могут осуществлять сбор информации о целях, включая местонахождение целей и их характеристики;
2. Также с помощью интернета они могут осуществить сбор средств для поддержки какого-либо движения. Например: На одном из сайтов, посвященных целям и задачам Чеченской Республики в борьбе по отделению от России, адресует читателей к банку в штате Калифорния и предоставляет номер счета, на который можно послать деньги для поддержки чеченцев по выдворению русских из республики;
3. Также террористы с помощью интернета могут совершать сборы различных групп людей и могут давать им указания о времени и месте проведения встречи, формах различных протестов;
4. Они могут использовать интернет для осуществления нападений на людей, а также для вымогательства денег;

5. Интернет обладает огромным рекламным потенциалом и с его помощью террористы могут обратиться к большому числу людей по всему миру. Благодаря Интернету терроризм ограничен одним государством.

6. Он может быть инициатором психологического терроризма. Благодаря якобы хорошей надежности и высокой репутации, его можно использовать для того, чтобы посеять панику, ввести кого-нибудь в заблуждение или привести к разрушению чего-либо;

7. Раньше террористы использовали сети с сильным командным пунктом, а сейчас это интернет, где четких командных пунктов и это не просматривается в силу большого развития сетевого характера этих структур. Ничего не подозревающие соучастники, возьмем к примеру хакеров, они могут быть использованы как подставные лица и не факт, что они узнают об этом. [2]

Интернет — это отличная среда деятельности для террористических организаций. В особенности это касается глобальных сетей, которые дают возможности:

1. Свободного доступа круглыми сутками и анонимность;
2. Отсутствие различных форм государственного контроля;
3. Большая аудитория во всем мире;
4. Быстрое распространение информации;

5. Низкая стоимость создания сайта и обслуживание присутствия в сети. [7]

Общество, в котором террор находит понимание у большей части населения, обречено на тяжкие испытания. Отсутствие позитивного прообраза, без которого не об-

ходится ни одно государство, делает из преступников героев. И когда дети будут играть в бойцов спецназа, вырывающих заложников из лап террористов, тогда российское общество окончательно придет в себя.

Литература:

1. Замков, В. И. Терроризм — глобальная проблема современности М., 1996
2. Литвинов, Н. Д. Международный терроризм. — М., 1999.
3. Хоффман Брюс. Терроризм. Взгляд изнутри. — М: УльтраКультура, 2003.
4. Солодовников, В. А. Терроризм и организованная преступность. — М.: Юнити-Дана, 2008
5. <http://lib.convdocs.org/docs/index-182816.html>
6. <http://articles.org.ru/index.html>
7. https://knowledge.allbest.ru/international/2c0a65635a3ac78b5c43a88421206d37_0.html

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Using tidal energy as a clean energy source to generate electricity

Issa Hayder Abdulsahib, Assistant Lecture;
Thi-Qar University

Abd Ali Layth Mohammed, Assistant Lecture
Kufa University

Abstract. *The potential of electric power generation from marine tidal currents is enormous. Tidal currents are being recognized as a resource to be exploited for the sustainable generation of electrical power. The high load factors resulting from the fluid properties and the predictable resource characteristics make marine currents particularly attractive for power generation and advantageous when compared to other renewable energies. Moreover, international treaties related to climate control have triggered resurgence in development of renewable ocean energy technology. Therefore, several demonstration projects in tidal power are scheduled to capture the tidal generated coastal currents. Regarding this emerging and promising area of research, this paper reviews marine tidal power fundamental concepts and main projects around the world. It also report issues regarding electrical generator topologies associated to tidal turbines. Moreover, attempts are made to highlight future issues so as to index some emerging technologies mainly according to relevant works that have been carried out on wind turbines and on ship propellers.*

Keywords: *renewable energy, potential energy, tidal current, prototype model, generated electricity.*

1. Introduction

A plenitude of renewable energy options is offered by oceans, that encompasses over 70% of the total mass of our blue planet. Oceans are an exuberant source of reliable, indigenous and sustainable power supply. Principally, ocean power can be harnessed in three basic forms — ocean thermal, wave and tidal energy. Reliability and high predictability of tides, compared to ocean thermal and wave energy is something that elevates the tidal energy. By the end of 2016, global energy accounted to 536 MW, mostly contributed by tidal power generation [1]. Tidal energy can further be harnessed in two ways — potential energy and kinetic energy. The former is captured within the water level difference during flood and ebb tide which can be exploited using a tidal barrage. The latter develops due to tidal currents and can be harnessed with the help of tidal current turbines, featuring working principles of axial flow, cross flow, oscillating hydrofoil turbines is reported in [2].

The tidal height difference or water level variation created between high and low tide is utilized to generate tidal range power. Historically, the most common and commercially viable approach of harnessing this energy is the construction of tidal barrage. There are different operating methods of power generation that can be carried out within

a tidal barrage [3]. Principle feature of these methods includes three significant phases: the filling phase when water fills the artificial basin, the holding phase when water is held on either side of a sluice gate in order to create the necessary tidal range, and finally the generation phase when water is allowed to flow through turbines to generate electricity. This basic principle of tidal barrage technology is one of the leading methods for tidal energy extraction. With the gradual depletion of traditional fossil fuels and rising concerns over climate change issues, the pursuance of exploring the renewable resources has become an urgency. In recent years, global interest has shifted towards the advancement of research on tidal energy prospects, along with the development of tidal energy converters and progression of lab-scale tests on prototype devices. In this paper, a low-cost, small-scale prototype is designed based on the tidal barrage concept. A horizontal axis turbine is developed and experimented inside modular flow channel of a Parshall flume. The key objectives of this paper are to study the dynamic behavior of tidal devices and observe the turbine performance in artificial tidal flows. Finally, a comparison of the experimentally extracted power of the lab-scale prototype and theoretically obtained results are provided for validation and evaluation of the prototype model [3–6] as shown in the fig 1.



Fig. 1. Tidal Turbine

2. Physical principles of tidal energy

Gravitational interaction between the moon, the sun, and the earth attributes the rhythmic rising and lowering of tidal height. The attraction force exerted by the moon or the sun on a molecule of water can be calculated as $f = KMm/d^2$,

Where f is the attraction force, K is the universal constant of gravitation, M is the mass of the moon or sun, m is the mass of a water molecule, and d is the distance from a water molecule to the moon/sun. Due to the less distance between the moon and the earth, the moon exerts 2.17 times greater force on the tides as compared to the sun. As a result, the tide closely follows the moon during its rotation around the earth, bulging along the axis pointing directly at the moon. When the sun and the moon are in line, whether pulling on the same side or on the opposite side, their gravitational forces are combined together and this results in a high «spring tide». When the moon and the sun are located at 90° angle to each other, their gravitational force pulls the

water in different directions, causing the bulges to eliminate each other»s effect. This results in a smaller difference between high and low tides, which is known as a «neap tide». The concepts of spring tide and neap tide. The period between the two spring tides or neap tides is around 14 days, half of the lunar cycle. The range of a spring tide is commonly about twice as that of a neap tide, whereas the maximum period cycles impose smaller perturbations. Tidal wave can also be reinforced by reflections between the coast and the shelf edge, and funneling effect (due to the shape of the coastline as the tidal bulge progresses into a narrowing estuary), In addition, tide can also be diurnal (one tidal cycle per day with a period of 24 h and 50 min) or mixed (with a tidal cycle intermediate between a diurnal tide and a semidiurnal tide) as shown in the fig 2 [4].

3. Project components: The project comprised multiple work-packages of which two are discussed herein, namely those relating to the TEC machine, (MC) and the numerical and analytical modeling, (MD) works underpinned by field

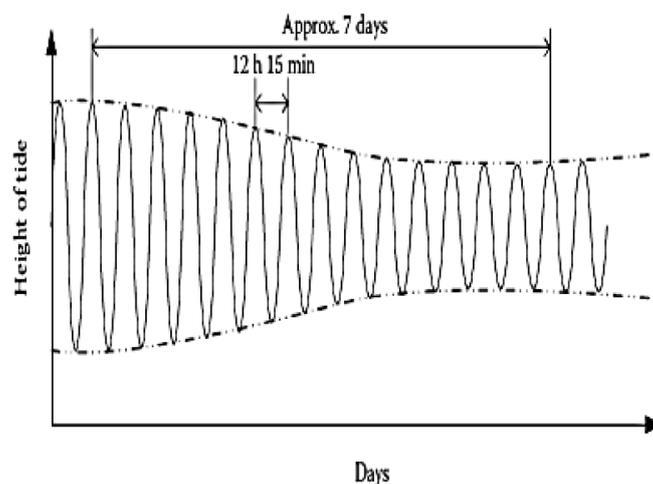


Fig 2. Tidal variation during a week

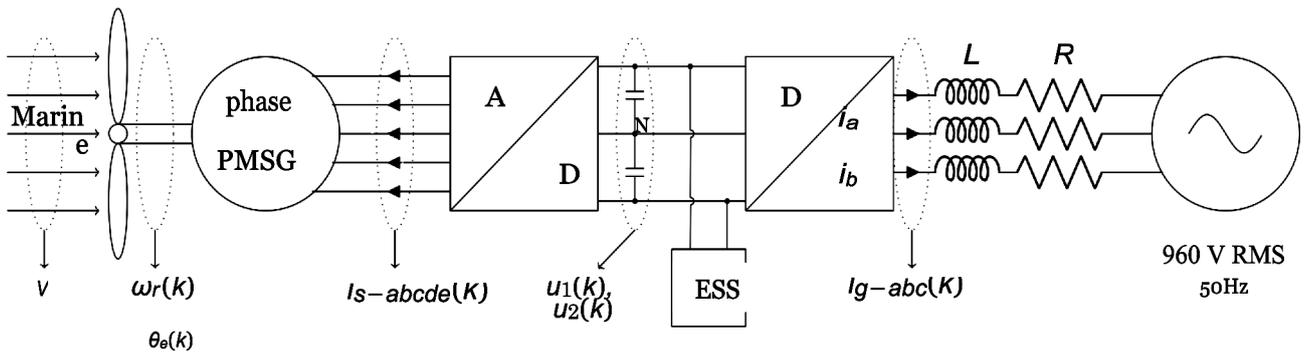


Fig. 3. General scheme of a marine current conversion system

measurements. The component parts of the MD programmer designed to provide (i) improved environmental understanding and (ii) improved engineering tools are shown in Table I which relates tasks to the project technical reports (see Fig. 3) [5].

3.1. Modelling activities driving field measurement campaign specification: Within the modelling work package numerical modelling work was undertaken by E. ON, DNV-GL and EDF.

MD1 involved cutting-edge numerical simulation (conducted on EDF's IBM Blue Gene supercomputer) of the Al-

ston 1MW tidal turbine in turbulent flows [6]. The construction and validation of a model of the wider Fall of Warness, Orkney site [7], [10] was carried out under MD5 and incorporated both existing EMEC datasets and new Uo E field measurements for model calibration and validation as part of MD2. MD6 involves the validation — through comparison to field and machine data — of the DNV-GL RA Tidal Bladed software which seeks to capture environmental and turbine characteristics in a desktop application [8] as shown in the fig 3 and fig 4.

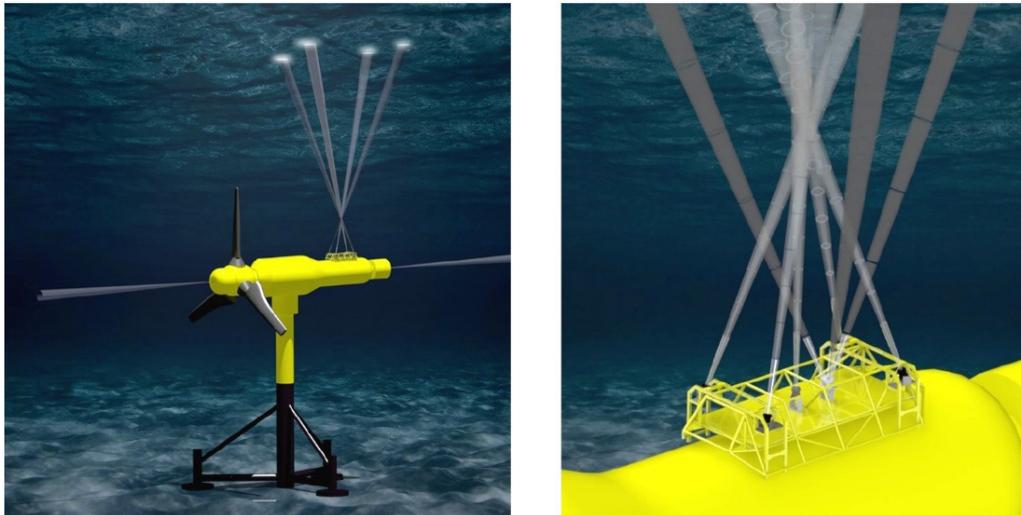


Fig 4. Photograph of ESIP

3.2. Campaign specifications and methodology

A. Acoustic Doppler Profiling

Following a review of available technology the primary technique adopted for acquiring flow velocities from multiple locations was acoustic Doppler velocimetry using instruments and instrument-arrays of the classes: divergent, convergent and orientable single-beam, herein labelled respectively DADP, C-ADP and SB-ADP. Acoustic Doppler Profilers (ADP) have been successfully used to characterize the mean flow conditions and energy flux in several sites for TEC installations [9]. Conventional ADPs emit acoustic al-

lusion from a number of transducers installed on a single de- vice. While a variety of beam configurations exist, in order to deduce a three-dimensional velocity measurement, these acoustic beams must be transmitted in at least three directions [10] which necessitates, for a single instrument, that beam directions are diverging. During ReDAPT multiple single beam 1MHz ADPs were procured operating on a newly available prototype communications and software platform that enabled instruments to be aligned in any direction (e. g., stream wise, transverse, vertical) whilst offering faster sample rates and accurate control of triggering. This flexible system of instruments offered new opportunities for flow description and latterly wave measurement in-

cluding the deployment of a prototype converging Acoustic Doppler profiler.

B. System integration and commissioning trial on the predecessor 500KW Tidal Energy Converter

To gain experience on data acquisition and analysis trial deployments were agreed, planned and conducted on the existing Alstom 500kW DEEPGEN III. Five Nortek single beam ADPs (SB-ADP) were installed to brackets welded in-situ at the top rear of the turbine orientated to

capture velocities in the streamwise, transverse and vertical directions. A Nortek AWAC 1MHz D-ADP was installed to the top rear of the turbine orientated vertically (upwards) and a long range low frequency (192kHz) Nortek Continental SB-ADP was installed at the top rear of the turbine orientated backwards along the streamwise direction. Table I epitomize the instruments used (across this and subsequent campaigns) and their electrical and communication protocol configurations.

Table 1. Selection of instruments used across the 500KW and 1MW TEC deployments

Instrument	Voltage (VDC)	Communications Protocol	Number of Units
Nortek SB-ADP	24	TCP/IP Ethernet	17
Nortek AWAC	12	Serial RS422	1
Nortek Continental	18.5	Serial RS422	1
RDI Workhorse Sentinel	48	Battery/Remote	2

TABLE II: Selection of instruments used across the 500KW and 1MW TEC deployments

C. System integration on the 1MW Tidal Energy Converter

instrumentation systems were installed and commissioned on the 1MW machine. The instrumentation methodology involved two seabed mounted RDI Teledyne Workhorse Sentinel 600kHz D-ADPs deployed either side of the turbine along the primary flow direction to provide depth profiles and unimpeded inflow (and reference) velocities to the turbine. These deployments are shown in Fig. 5.

On DEEPGEN IV three instrumentation mounting points were allocated: one on the top of the rear of the turbine nacelle — where the Edinburgh Subsea Instrumentation Platform 1 (ESIP-1) was installed, one on the rear of the turbine — where ESIP-2 was installed and a single sensor on the center line of turbine rotating hub. ESIP-1 can be seen in Fig. 4. Fig. 5 shows typical seabed mounted D-ADP campaigns photographs taken from on-board the deployment vessel the KML Severn Sea [11].

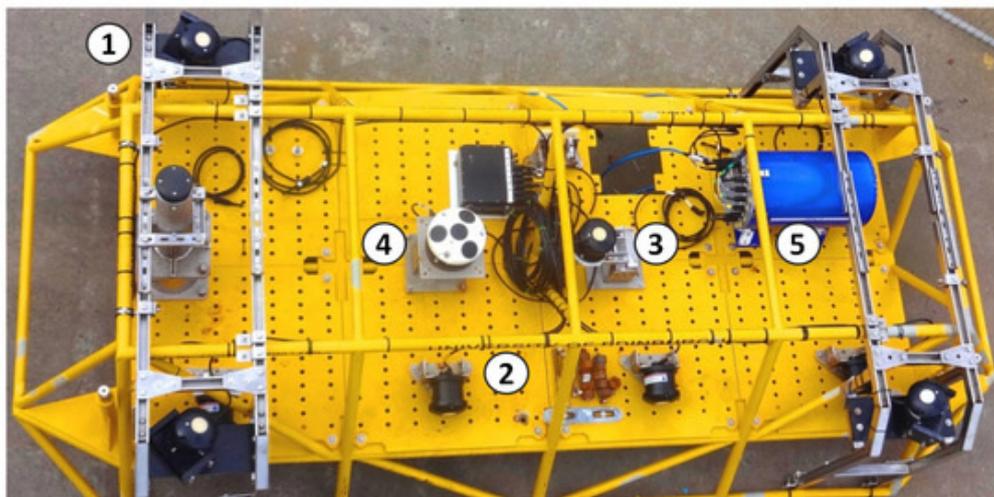


Fig 5. Photograph of ESIP-1 taken from scissor lift platform showing instrumentation mounted atop the 1MW TEC at Hatston Quay, Kirkwall, Orkney prior to turbine deployment

3.3 Energy Storage System

In this paper, an ESS based on supercapacitors is adopted [5], [6]. Figure 2 illustrates a supercapacitor-based ESS and the bidirectional DC/DC converter. Its model is given by (1) to (3).

$$V_{ess} = L_{sc} \frac{di_{sc}}{dt} + V_{sc} \dots\dots\dots 1$$

$$V_{sc} = R_{sc} I_{sc} + u_{sc} \dots\dots\dots 2$$

The current transferred between DC-bus and supercapacitor is given by:

$$i_{ess} = S_{ess} i_{sc} \dots\dots\dots 3$$

$$P_{ess}^* = P_{em}^* - P_{grid}^* \dots\dots\dots 4$$

The reference DC-bus currents are given by:

$$\begin{cases} i_{c1}^* = C_1 \frac{\frac{v_{DC}^*}{2} - u_1(k)}{T_s} \\ i_{c2}^* = C_2 \frac{\frac{v_{DC}^*}{2} - u_2(k)}{T_s} \end{cases} \dots\dots\dots 5$$

where V_{DC}^* DC is the reference DC-bus voltage.

The reference grid currents in the rotating reference frame dq are given by:

$$\begin{cases} i_d^* = \frac{|P_{grid}^*|}{v_d} \\ i_q^* = \frac{Q_{grid}^*}{v_d} \end{cases} \dots\dots\dots 6$$

where P_{grid}^* and Q_{grid}^* are the reference active and reactive powers injected to the electrical grid. The reference grid currents in the natural base abc can be obtained through the Concordia and Park transforms.

4. Results

In this section, several simulation results are presented to validate the proposed power smoothing and LVRT enhancement strategy. These simulations are carried out in the Matlab/Simulink environment. The IGBT switches are considered to be ideal. The 5-phase PMSG and other principal devices are simulated using the dynamical equations given in our previous work [12]. The simulation sampling time is set to $T_{sample} = 10^{-6}s$. Switches states (S_{abc} , S_{EES} , and S_{abdef}) are computed at each control sampling time ($T_{control} = 2 \cdot 10^{-5}s$) by the three proposed MPC algorithms. The cost coefficient k is set to 50.000 in these simulations.

The grid-connected 5-phase PMSG-based tidal turbine parameters are listed in the Appendix.

The output power smoothing performance is evaluated when the system operates under the swell effect. The simulations are based on real tidal speed data measured at the Raz de Sein site in Bretagne, France as shown in Fig. 6. Figure 7 shows the active power injected into the grid when considering the swell effect. The simulations under voltage sags are also carried out to evaluate the LVRT ability without disconnecting from the grid. The two following fault scenarios are presented: (a) the grid volt-

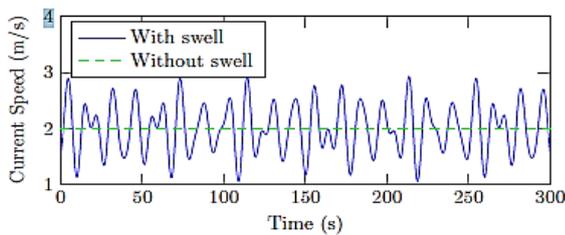


Fig 6. Tidal speed under the swell effect.

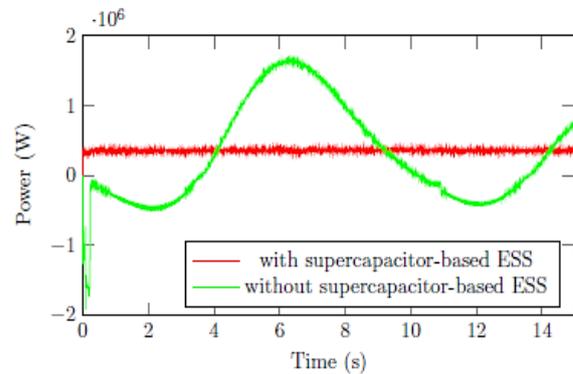


Fig 7. Active power with/without the super capacitor-based ESS

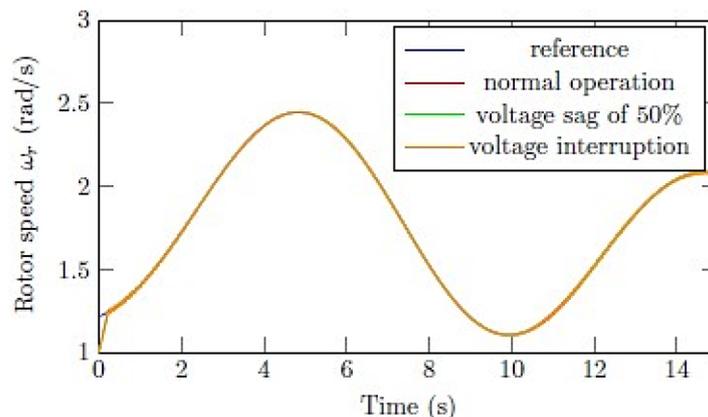


Fig 8. Rotor speed.

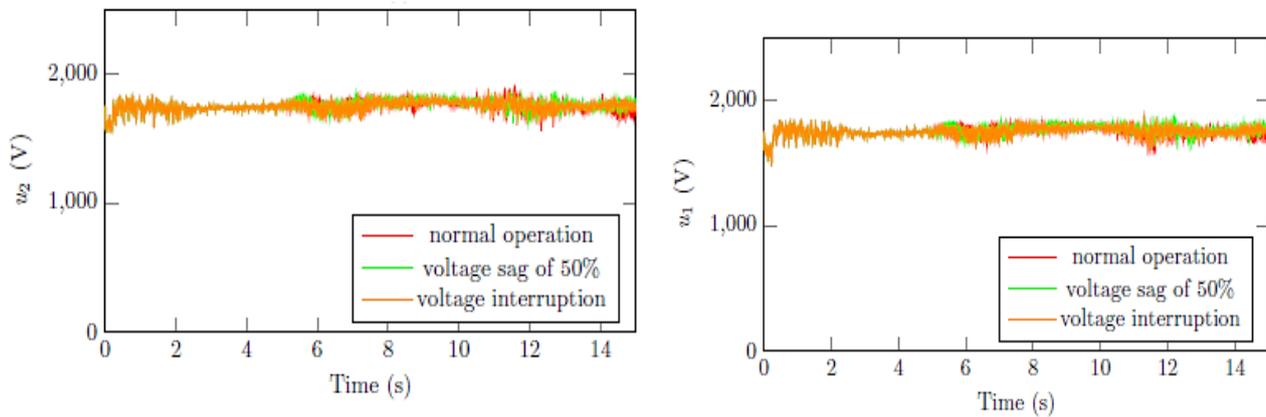


Fig 9. DC-bus voltages.

ages decrease to 50% of the rated value during 5s (from 5 to 10s) and (b) the voltages are totally interrupted during 0.3s (from 5 to 5.3s). It should be mentioned that faults duration is two times longer than the requirements of grid codes. The 5-phase PMSG rotor speed is shown in Fig. 8. In both normal and faulty modes, the generator achieves

good tracking performances. The tidal turbine remains at its maximum power point and the generated energy is then maximized. The DC-bus voltages, presented in Fig. 9, remain at its reference value with small fluctuations. The grid line currents, active, and reactive power are given in Figs. 10, 11 and 12, respectively.

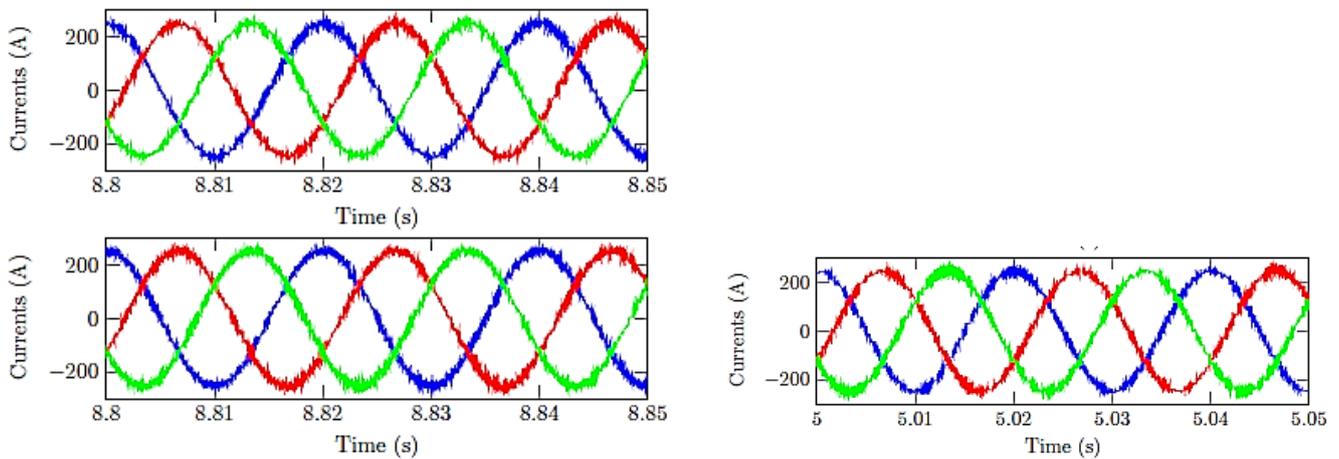


Fig 10. Grid currents for normal operation (top), voltage sag of 50% (middle) and voltage interruption (bottom).

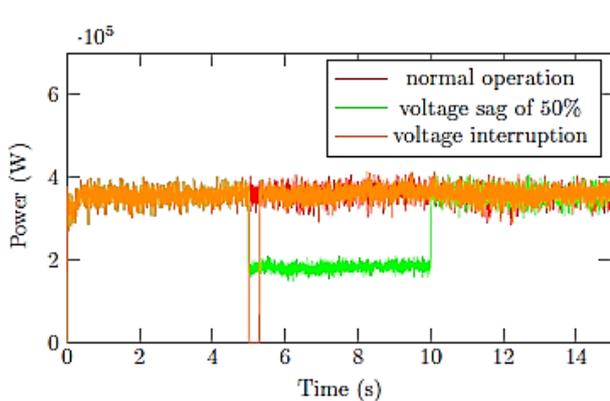


Fig 11. Active power.

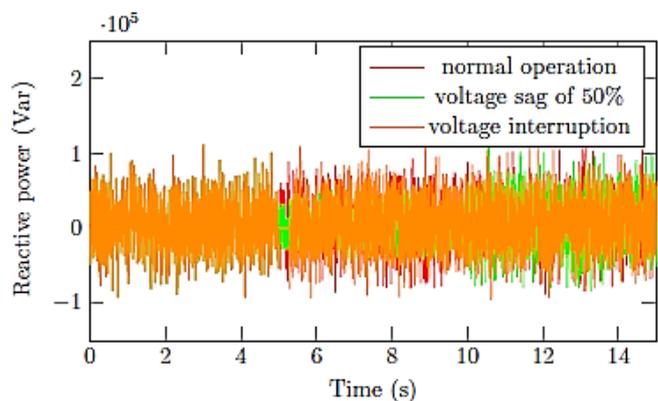


Fig 12. Reactive power speed.

The average power variation is about 27%. This is inevitable and depends on the sampling time T_s . A smaller sampling time will improve the power quality but this requires more powerful calculation capacities. It is interesting to note that there is no difference between normal and faulty operations. The LVRT capacity is improved and the system can ride-through the most severe grid voltage sags

Conclusion

Tidal energy is a result of the orbital kinetic energy of the moon, earth, and sun. It provides zero gas, solid, or radia-

tion pollution and is an inexhaustible supply of energy. As a kind of green energy, tidal energy has some significant merits. Tidal power energy does not depend on the season or the weather type, so it is more predictable, compared to other sources of energy such as wind or solar energy.

To clarify the characteristics which are important indicators in the design of a water turbine for use in tidal power generation, the characteristics of the output, the solidity, the number of blades in the water turbine, and the starting torque were measured in water channel tests, and the following results were obtained.

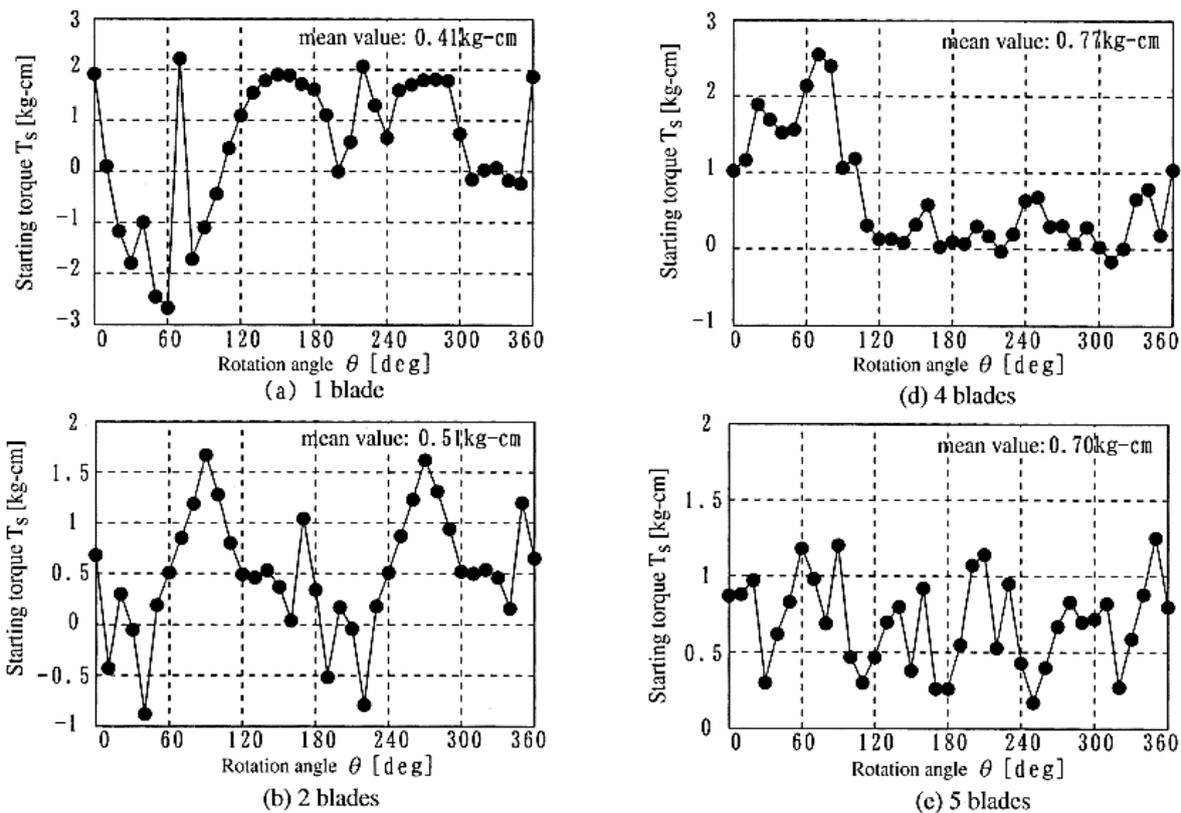


Fig. 13. Starting torque characteristics ($V = 0.8, V = 0.179$).

The characteristics exhibit almost identical trends in the water turbine efficiency and tip speed ratio unrelated to the flow speed. The maximum output of a water turbine was clearly shown to be proportional to the cube of the flow speed.

For a constant number of blades, the water turbine efficiency reaches a maximum at a solidity of 0.179. The gen-

erated torque increased as the solidity increased.

The average starting torque in one rotation increases for three or more blades. For four or more blades, there are no regions of rotational angles where the torque becomes negative during one rotation, and the distribution becomes flat. Thus, starting becomes easy.

References:

1. Md. Alamgir Hossain, Md. Zakir Hossain, Md. Atiqur Rahman, «Perspective and Challenge of Tidal Power in Bangladesh», World Academy of Science, Engineering and Technology International Journal of Electrical, Robotics, Electronics and Communications Engineering Vol:8 No:7, 2014
2. H. Chen, N. A'it-Ahmed, M. Machmoum, and M.E. H. Zaim, «Modeling and vector control of marine current energy conversion system based on doubly salient permanent magnet generator,» IEEE Trans. Sustain. Energy, vol. 7, no. 1, pp. 409–418, Jan. 2016.

3. Z. Zhou, M. E. H. Benbouzid, J. F. Charpentier, F. Scuiller, and T. Tang, «Developments in large marine current turbine technologies — A review,» *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 77, pp. 852–858, May 2017.
4. Frouard, J., and Efroimsky, M. 2017. «Tides in a body librating about a spin-orbit resonance. Generalisation of the Darwin-Kaula theory.» *Celestial Mechanics and Dynamical Astronomy*.
5. Z. Zhou, F. Scuiller, J. Charpentier, M. E. H. Benbouzid, and T. Tang, «Power control of a nonpitchable PMSG-based marine current turbine at overrated current speed with flux-weakening strategy,» *IEEE J. Ocean. Eng.*, vol. 40, no. 3, pp. 536–545, Jul. 2015.
6. J. McNaughton, S. Harper, R. Sinclair, and B. Sellar, «Measuring and modelling the power curve of a Commercial-Scale tidal turbine.» *Proceedings of the 11th European Wave and Tidal Energy Conference (EWTEC) Nantes, France, 2015.*
7. Z. Q. Hu, L. Li, J. Wang, Q. H. Hu, M. C. Shen, Dynamic responses of a semi-type offshore floating wind turbine during normal state and emergency shutdown, *China Ocean. Eng.* 30 (1) (2016).
8. Efroimsky, M. 2017. «Dissipation in a tidally perturbed body librating in longitude.» Submitted. <https://arxiv.org/abs/1706.08999>.
9. B. Sellar, S. Harding, and M. Richmond, «High-resolution velocimetry in energetic tidal currents using a convergent-beam acoustic Doppler profiler,» *Measurement Science and Technology*, vol. 26, no. 8, p. 085801, 2015. [Online]. Available: <http://stacks.iop.org/0957-0233/26/i=8/a=085801>
10. «ReDAPT — Public Domain Report: Final (MC7.3),» Alstom Ocean Energy, Tech. Rep., August 2015.
11. Salmon, J., and Canup, R. M. 2017. «Accretion of Saturn's inner mid-sized moons from a massive primordial ice ring.» *The Astrophysical Journal*, Vol. 836, article id. 109.
12. Efroimsky, M., and Makarov, V. V. 2017. «Differentiation of large icy moons by tidal heating.» In preparation.

Меры по снижению потерь электроэнергии на промышленных предприятиях

Бейтуллаева Румия Хамидуллаевна, старший преподаватель;
Халикова Хуршида Абдуллаевна, ассистент;
Коржова Мафтуна Фахриддин кизи, студент
Каршинский инженерно-экономический институт (Узбекистан)

В данной статье рассмотрены мероприятия по снижению потерь электроэнергии и проблемы сбережения электр энергии на основе анализа режимов электрических сетях и режим работы электроустановок. Также рассмотрены эффективные мероприятия по снижению технических потерь электроэнергии.

Ключевые слова: силовые трансформаторы, потери энергии, потери холостого хода, компенсация реактивной мощности, потребление энергии, маломощные двигатели.

Потери энергии характерны для всех систем распределения электроэнергии главным образом благодаря потерям активной мощности и потерям в трансформаторах.

Правильное проектирование и эксплуатация электрических систем позволяют не только свести к минимуму потери энергии, но и обеспечивают снижение затрат на электроэнергию. Меры по снижению электрических потерь можно разделить на две группы: технические и организационные.

Организационные меры дополнительных материальных средств, дополнительных материалов и труда не требует.

Технические меры требуют дополнительные материальные средства такие как:

а) применение установок для компенсации реактивной мощности,

б) замена загруженных трансформаторов. В качестве примера рассмотрим промышленное предприятия «Шуртаннефтегаз» УШК.

Определение потерь электроэнергии на данном предприятии определяются двумя способами:

Первый способ установить электронные счётчики на на входе и выходе электрических сетей и определение разницы показателей. На этом этапе обнаруженные потери мощности определяются из погрешностей электронных счётчиков, погрешностей измерительных трансформаторов и других факторов. [1]

Второй способ использовать показатели со счётчиков установленных на входе и выходе и с помощью различных методов рассчитать потери электрической энергии.

Потери мощности и энергии рассмотрим на примере «Шуртаннефтегаз» УШК через подстанцию «Шуртан-16» электрическим потребителям предприятия трансфор-

мировано 6300 кВт активной и 4600 кВар реактивной энергии в среднем в год. Через подстанцию «Шуртан-8»

было трансформировано 1036 кВт активной энергии и 4600 кВар реактивной энергии в среднем в год. [1]

В результате потери мощности и энергии составили:

Таблица 1

Вход	Выход	ΔP кВт	ΔQ кВар	ΔW_a кВт*с	ΔW_p кВар*с
Сети 110 кВ	Ш-16 Т1, Т2	89,712305	489,9774	794905,25	4472649,1
Сети 6 кВ	Трансформаторные подстанции	105,481979	485,175996	972046,1956	4362949,501
Сумма		195,194284	975,153396	1766951,4456	8835598,601

Здесь ΔP и ΔQ — потери активной и реактивной мощности, $\Delta W_{актив}$ и $\Delta W_{реакт}$ — потери активной и реактивной энергии.

Чтобы выявить потери мощности и энергии на основании показаний электронных счётчиков были использованы следующие методы.

1. Метод средних нагрузок.
2. Метод максимальных нагрузок.

На предприятии «Шуртанефтегаз» УШК для уменьшения потерь электрической энергии компенсируется реактивная мощность путём повышения коэффициента активной мощности. Компенсация реактивной мощности является одним из основных показателей. Для предприятий большой мощности существуют два способа уменьшения потребления реактивной мощности из энергосистемы. [1]

А) Организационный способ;

В первую очередь надо рассмотреть организационные способы так как для них не требуются дополнительных затрат. Потребители реактивной энергии в основном асинхронные двигатели, трансформаторы, вентильные преобразователи и должны быть произведены и решены следующие задачи:

а) Определение малозагруженных двигателей и замена их на маломощные, анализ и изменение схем соединений;

б) Понижение напряжения для маломощных двигателей;

в) Провести технический осмотр двигателей по заданному графику.

г) Сокращение режимов холостого хода при работе трансформаторов и двигателей.

д) Замена асинхронных двигателей на синхронные без отрицательного воздействия на технологический процесс.

е) Использование оптимальных схем для вентильных преобразователей.

Б) Использование компенсирующих установок.

Понижение потерь мощности можно добиться в результате анализа рабочих состояний и компенсации реактивной мощности в нужной степени, а также оптимально расположить компенсирующие устройства.

Вследствие оптимального расположения конденсаторных установок и компенсации реактивной мощности потери электрической энергии уменьшились и составили:

Таблица 2

Вход	Выход	$\sigma \Delta P$ кВт	$\sigma \Delta Q$ кВар	$\sigma \Delta W_a$ кВт*с	$\sigma \Delta W_p$ кВар*с
Сети 110 кВ	Ш-16 Т1, Т2	15,494	84,34	135727,44	797399,743
Сети 6 кВ	Трансформаторные подстанции	25,887	63,6718	226778,004	613541,509
Сумма		41,3819	148,0128	364505,444	1410941,252

$\sigma \Delta P$ и $\sigma \Delta Q$ — потери активной и реактивной мощности, $\sigma \Delta W_a$ и $\sigma \Delta W_p$ — потери активной и реактивной энергии.

Вследствие этих преобразований повысилось качество электрической энергии на 1,4%, повышение эффективности рабочих режимов. На предприятии для внутреннего электроснабжения мощность которая поступает из энергосистемы уменьшилась на 26000 тысяч кВар*часов. Коэффициент реактивной мощности понизился до

$\tan \varphi = 0.35 - 0.4$ и коэффициент активной мощности повысился до $\cos \varphi = 0.93 - 0.96$.

Исследование по энергосбережению показали, что применение частотных преобразователей в некоторых отраслях промышленности дали положительные результаты. При применении частотных преобразователей удалось сэкономить 5000 кВт*с.

— Уменьшается потери активной мощности.

— Защита от различных повреждений.

— Возможность изменения скорости вращения двигателей.

— Увеличивает службу работы двигателей.

Правильное проектирование и эксплуатация электрических систем позволяют не только свести к минимуму потери энергии, но и обеспечивают снижение затрат на электроэнергию. Потери энергии вызваны наличием включенных трансформаторов даже при отсутствии нагрузки. Неиспользуемое оборудование должно быть отключено. Применение трансформаторов приводит к потерям энергии. Путем правильного выбора оборудования и рабочего напряжения можно сократить число необходимых трансформаторов и уменьшить потери энергии. [2]

Известны некоторые причины потери энергии — это низкие коэффициенты мощности в дополнение к значи-

тельным потерям напряжения в сети и увеличению размеров штрафов, налагаемых энергоснабжающими компаниями, могут привести к росту потерь энергии и стоимости электроснабжения. Необходимо провести исследования электроэнергетической системы, а также изучить возможности использования конденсаторов для изменения значений коэффициента мощности. Для предприятий, неэффективно расходующих энергию, это позволит в некоторых случаях достичь экономии в размере 10–15%.

Коэффициент загрузки представляет собой еще один параметр, характеризующий способность предприятия эффективно использовать электроэнергию. Уменьшение нагрузки, позволяющее приблизить это отношение к единице без снижения уровня производства, приводит к повышению экономичности работы предприятия.

Литература:

1. Отчёт по проведению комплексных мероприятий по снижению потерь электроэнергии и энергосбережения в электрических сетях УДП «Шуртаннефтегаз» 2015 год.
2. Справочник по электрическим машинам под общей редакцией Копылова И. П. и Б. К. Клокова в двух томах. Москва. Издательство Энергоатомиздат, 1988 год.

Усиление металлических конструкций композитными материалами

Бикбаева Ксения Асраровна, студент;
Савинкова Ксения Сергеевна, студент
Оренбургский государственный университет

Сегодня в современной строительной индустрии наблюдается постоянный рост применения металлоконструкций при возведении зданий различного назначения. Такие конструкции используются повсеместно: в качестве каркасов быстровозводимых сооружений, пролетных конструкций транспортных мостов, конструктивных элементов покрытий и перекрытий. Разнообразные эксплуатационные факторы — силовые и температурные воздействия, действия агрессивной окружающей среды, снижают несущую способность и сокращают жизненный цикл любой металлической конструкции. Помимо этого к причинам усиления конструкций из металла можно отнести:

- их повреждения от механических воздействий;
- прогибы, вмятины, искривления, истирания и др.;
- ошибки проектирования, монтажа и эксплуатации металлоконструкций;
- реконструкция, расширение, техническое перевооружение, вызывающие увеличение нагрузок на конструкции в действующих предприятиях.

К наиболее распространенным традиционным способам усиления металлоконструкций относятся: увеличение и наращивание сечений элементов, устройство дополнительных связей, ребер, диафрагм, распорок, уси-

ление соединений элементов, установка дополнительных элементов в существующие конструкции. Принципиально новым способом усиления металлических конструкций является способ, основанный на использовании армированных фибрами полимерных материалов. Усиление композитами металлических конструкций, в отличие от железобетонных, получило наименьшее распространение. Внешнее армирование из фиброармированных пластиков в основном используется для усиления колонн, балок, стропильных и подстропильных ферм (элементов чаще всего нуждающихся в усилении) и других конструкций. Однако при проектировании усиления конструкций из металла с использованием этого материала необходимо учитывать остаточную несущую способность и жесткость элементов, подвергаемых усилению. Такое проектирование включает следующие этапы:

1. Выбор композитного материала

Для обеспечения требуемой прочности и долговечности усиливаемых конструкций необходимо учитывать модуль упругости материала вышеуказанных композитов, предел его прочности при растяжении, их формы и конфигурации.

2. Предварительная подготовка поверхности усиливаемого элемента.

Процессы обработки поверхности оказывают большое влияние на надежность соединения фиброармированных пластиков с конструкцией, что в свою очередь существенно влияет на характеристики усиливаемой конструкции.

3. Предотвращение гальванической коррозии

Профилактикой появления гальванической коррозии является изолирование различных металлов друг от друга, нанесение между ними стойкого герметика или использование клея с хорошими изоляционными свойствами.

4. Выбор клея и технологии приклеивания

При усилении производственного здания необходимо учитывать время отверждения клея, толщину слоя покрытия клеем и напряжение сдвига, вызванное циклической нагрузкой. Все эти факторы влияют на окончательную жесткость и прочность конструкции.

5. Контроль качества в процессе усиления.

Контролировать качество металлоконструкций позволяют частично разрушающие или неразрушающие испытания. В ходе контроля оценивают прочность композитных материалов против расслаивания. Для последующего проведения полу-разрушающих испытаний предварительно подготавливают специальные испытательные зоны (свидетели), усиленные фиброармированными пластиками, которые имеют аналогичную систему усиления и подвержены аналогичным воздействиям окружающей среды, что и фактически работающие системы усиления.

Применение композитов в качестве материалов усиления металлоконструкций имеет множество преимуществ:

- Высокая прочность (выше прочности стали)
- Высокая стойкость к коррозии
- Небольшие вес и толщина конструкций усиления

— Возможность усиления конструкций во время производственного процесса

— Экологичность

— Возможность применения на труднодоступных криволинейных поверхностях

— Высокая работоспособность при широком спектре температур и напряжений

— Несомненно, следует отметить и недостатки использования фиброармированного пластика:

— Высокая стоимость

— Необходимость устранения гальванической коррозии

— Трудоемкий подбор материала

— Соблюдение точной технологии

Также необходимо учесть: относительно небольшой опыт применения в России, ограниченная нормативная документация для проектирования и расчетов.

Усиление композиционными материалами, как метод восстановления и увеличения несущей способности конструкций, успешно используется по всему миру в течение более двух десятилетий и является неоспоримым инновационным достижением в области строительных технологий. Однако отсутствие теоретических и экспериментальных исследований и, как следствие, нормативной базы является основной причиной относительно небольшого российского опыта применения композитов для усиления металлических конструкций. Тем не менее композиты нашли широкое применение в нашей стране в качестве материалов усиления железобетонных конструкций, что дает надежду что данный метод усиления обретет признание и повсеместное использование в реконструкции и металлических сооружений.

Литература:

1. Овчинников, И. Г., Овчинников И. И., Чесноков Г. В., Покулаев К. В., Татиев Д. А. Усиление металлических конструкций фиброармированными пластиками. Часть 1 // Интернет-журнал «Науковедение». 2014. — Выпуск 3: май-июнь. с. 1–27
2. СО 34.21.673 Рекомендации по усилению стальных конструкций производственных зданий и сооружений энергопредприятий. «Гипроэнергоремонт» 2010. с. 143
3. СТО 2236–002–2011. Стандарт организации. Система внешнего армирования из полимерных композитов FibARM для ремонта и усиления строительных конструкций. Общие требования. Технология устройства. ЗАО «Препрег-СКМ» М. 2011. с. 16

Тепловая эффективность применения плоского рефлектора инсоляционных пассивных систем солнечного отопления

Дусяров Акмал Саъдуллаевич, кандидат технических наук, доцент;
 Яхшибоев Шухрат Комилович, соискатель;
 Ярматов Ориф Элмуродович, магистр
 Каршинский инженерно-экономический институт (Узбекистан)

Постоянное возрастание объемов энергопотребления, истощение запасов ископаемого топлива и экологические проблемы, возникающие в результате его сжигания, ставят перед человечеством, наряду с рациональным и бережливым использованием традиционных топливно-энергетических ресурсов, задачу перестройки энергетической базы, поиска и разработки местных нетрадиционных возобновляемых источников энергии.

Из нетрадиционных возобновляемых энергетических ресурсов в условиях Республики Узбекистан наиболее перспективна солнечная энергия, энергетический потенциал которой составляет 98,5% возобновляемых источников энергии, вместе взятых [1, 2].

Одной из наиболее подготовленных сфер широкомасштабного применения солнечной энергии в народном хозяйстве республики, как и во всем мире, — ее преобразование в низкопотенциальное тепло и использование последнего в качестве источника в системах теплоснабжения жилых зданий коммунально-бытовых объектов, являющихся основными потребителями тепла такого же температурного потенциала.

Отметим, что для покрытия тепловых нужд населения и коммунально-бытового сектора ежегодно расходуется 50% ископаемого топлива [1] по Республике.

Мировой опыт по использованию солнечной энергии показывает, что одними из эффективных систем теплоснабжения низкотемпературных потребителей являются инсоляционные пассивные системы солнечного отопления (ИПССО), отличающиеся простотой, прежде всего, с точки зрения конструктивного решения.

В инсоляционных пассивных системах солнечного отопления солнечные лучи проникают в отапливаемые помещения через оконные проемы (обычно увеличенных размеров) и нагревают внутренние ограждения помещения, которые становятся приемниками излучения и аккумуляторами тепла. Несмотря на самую высокую тепловую эффективность, следует отметить ряд недостатков, свойственных инсоляционным пассивным системам — неустойчивость теплового режима, необходимость применения вспомогательных устройств, снижающих дополнительные тепловые потери в ночное время, тепловой и световой дискомфорт в дневное время.

Несомненно, представляет большой практический интерес определение фактических возможностей инсоляционных пассивных систем в климатических условиях центральноазиатских республик. Рассматриваемая задача как актуальная для нашей республики, сводится к выбору рациональных конструктивных решений совмещения основных элементов инсоляционных пассивных систем солнечного отопления, тепловой оптимизации их основных параметров и экспериментальной проверке достоверности результатов выполненных расчетно-оптимизационных исследований.

Одним из основных показателей инсоляционных пассивных систем солнечного отопления является тепловая эффективность их светопрозрачной стены.

Источниками тепловой энергии в инсоляционных пассивных системах солнечного отопления, ориентированный на юг, вертикальный светопроем которых снабжен плоским рефлектором для дополнительной подсветки отапливаемого помещения днем и уменьшения тепловых потерь через светопроем ночью, как следует из названия, являются входящее в отапливаемое помещение через рассматриваемый светопроем суммарное (прямое и рассеянное) солнечное излучение и входящее через этот же светопроем прямое солнечное излучение, отраженное от зеркальной поверхности плоского рефлектора, шарнирно соединенного с нижней частью рассматриваемого светопроема, т. е. [9]

$$Q_{\text{пол}} = Q_{\text{пол}_1} + Q_{\text{пол}_2}, \tag{1}$$

где

$Q_{\text{пол}_1}$ — дневная сумма непосредственно входящего в отапливаемое помещение суммарного солнечного излучения;

$Q_{\text{пол}_2}$ — дневная сумма входящего в отапливаемое помещение прямого солнечного излучения, отраженного от поверхности рефлектора. Среднедневное значение тепловой эффективности инсоляционных пассивных систем солнечного отопления определено из общеизвестного отношения

$$\bar{\eta} = \frac{Q_{\text{пол}}}{Q_{\text{пад}}}, \tag{2}$$

где

$$Q_{\text{пад}} = Q_{\text{пад}_n}^{\Sigma} + Q_{\text{пад}_p}^{np}; \quad (3)$$

$Q_{\text{пад}_n}^{\Sigma}$ — дневная сумма суммарного солнечного излучения падающего на плоскость вертикального, ориентированного на юг светопроема,

$Q_{\text{пад}_p}^{np}$ — дневная сумма прямого солнечного излучения, падающего на плоскость вертикального, ориентированного на юг светопроема и отраженного от зеркальной поверхности рефлектора.

Применение шарнирно-трансформируемых плоских рефлекторов в инсоляционных пассивных системах солнечного отопления позволяет в определенной степени увеличить плотность потока прямой солнечной радиации, падающей на поверхность светопрозрачного ограждения [3, 4, 5]. В экспериментальных объектах [3, 4] шарнирно-соединенный с нижней частью светопроема (светопрозрачной стены) плоский рефлектор в дневное время приводится в горизонтальное положение. Однако, в работах [3, 4] отсутствует информация о выборе такого расположения рефлектора. Как показывают результаты расчетов и соответствующих экспериментальных измерений, проведенных нами, при низком стоянии Солнца (с 5 декабря по 10 января) эффект применения плоского рефлектора снижается как за счет уменьшения прямой солнечной радиации, падающей на зеркальную поверхность коллектора, так и за счет не полного освещения фронтальной поверхности светопроема отраженной от зеркальной поверхности рефлектора прямой солнечной радиации.

Тепловая эффективность применения плоского рефлектора, шарнирно соединенного с нижней частью светопроема, в инсоляционных пассивных системах солнечного отопления при прочих равных условиях зависит от угла падения прямого солнечного излучения, отраженного от зеркальной поверхности рефлектора, на поверхность светопроема (i_{Π}). Для определения значения i_{Π} в работах [7, 8] предложено выражение

$$i_{\Pi} = \arccos v_x, \quad (5)$$

где v_x — составляющий единичного вектора v по оси x , определяемый из уравнения зеркального отражения, т. е.

$$v = c - 2n(n \cdot c), \quad (6)$$

n и c — единичные векторы нормали рефлектора и солнечного луча.

Выражение (5) в явном виде может быть представлено как

$$v_x = -\cos \delta \sin \varphi \cos \omega(\tau_o - \tau) - 2 \sin \alpha \cos i_p - \sin \delta \cos \varphi, \quad (7)$$

где δ — годовое склонение Солнца; φ — географическая широта местности; τ_o — момент истинного полудня;

τ — текущее время суток; $\omega = 1,5 \frac{\text{град}}{\text{час}}$ — угловая скорость вращения Земли вокруг своей оси;

$$\cos i_p = \cos \delta \cos(\varphi - \alpha) \cos \omega(\tau_o - \tau) + \sin \delta \sin(\varphi - \alpha) \quad (8)$$

— угол падения прямого солнечного излучения на зеркальную поверхность рефлектора; α — угол наклона зеркальной поверхности плоского рефлектора к горизонту.

При $\alpha = 0$, т. е. при горизонтальном расположении плоского рефлектора [3,4], решения (7) и (8) принимают вид общеизвестных выражений для расчета угла падения прямого солнечного излучения соответственно на вертикальную и горизонтальную поверхности.

Основная цель применения шарнирно трансформируемых рефлекторов в плоских солнечных тепловых установках и коллекторах — повышение поверхностной плотности потока солнечного излучения на их лучевоспринимающих поверхностях. Задача определения оптимального угла наклона к горизонту рассматриваемых рефлекторов в зависимости от текущего времени года, т. е. склонения Солнца, практически оставалось не изученной.

В связи с этим представляет практический интерес определение оптимального угла наклона к горизонту шарнирно соединенных с нижней частью оконного проема плоских трансформируемых рефлекторов, в зависимости от времени года, с целью максимального улавливания отраженного от него потока прямой солнечной радиации светопроемом.

Оптимальным при этом считается угол наклона солнечного рефлектора, при котором в полдень весь отраженный от него поток падает на поверхность светопроема при равенстве площади их поверхностей [6]. Для удобства рассматриваемую задачу решим для светопроема, имеющего нулевую глубину относительно плоскости наружной поверхности несущей вертикальной стены ориентированной на юг. Как следует из рис. 1, в полдень

$$2\beta + 90^\circ + \alpha_p^{om} = 180^\circ; \quad (9)$$

$$\beta + i' = 90^\circ. \quad (10)$$

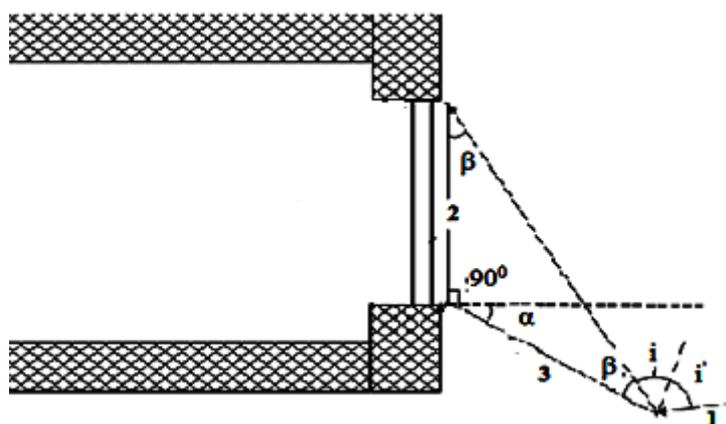


Рис. 1. Принципиальная схема к определению оптимального угла наклона к горизонту плоского трансформируемого рефлектора инсоляционной пассивной системы солнечного отопления; 1-солнечные лучи, 2-светопроем (двухслойное светопрозрачное ограждение), 3-шарнирно трансформируемый зеркальный рефлектор, i и i' соответственно, углы падения и отражения прямого солнечного излучения на поверхности рефлектора.

Значение оптимального угла наклона рефлектора (α_p^{opt}) при этом

$$\alpha_p^{opt} = 2i - 90^\circ, \tag{11}$$

где i — угол падения прямого солнечного излучения на поверхность рефлектора, который равен углу отражения излучения от этой же поверхности (i').

Значение угла падения прямого солнечного излучения на поверхности плоских приемников, ориентированных на юг под углом наклона к горизонту (α_p), определяется из выражения (8), т. е.

В полдень $\tau = 12$ ч и в этой связи $\omega(\tau_o - \tau) = 0$, и выражение (8) может быть представлено как

$$\cos i = \cos(\varphi - \alpha_p - \delta). \tag{12}$$

Как следует из (12),

$$i = \varphi - \alpha_p - \delta. \tag{13}$$

Подставляя (13) в (10) и учитывая, что $\alpha_p = \alpha_p^{opt}$, получим

$$\alpha_p^{opt} = 0,6667(\varphi - \delta) - 30^\circ. \tag{14}$$

С значения δ , определяется по формуле

$$\delta = 23,45 \sin\left(\frac{284 + n}{365,26} \cdot 360\right), \tag{15}$$

где n — порядковый номер дня года от 1 января.

Литература:

1. Возобновляемые источники энергии. / В кн.: Первое национальное сообщение Республики Узбекистан по Рамочной конвенции ООН об изменении климата. Фаза 2. Главное Управление по гидрометеорологии при КМ Республики Узбекистан — Ташкент, 2001. — с. 34–36.
2. Аvezов, Р.Р., Захидов Р.А. Возобновляемые источники энергии-энергетический резерв Узбекистана // Горный журнал. Спецвыпуск.-М.; 2004. с. 72–74.
3. Сабади, П. Р. Солнечный дом. — М.: Стройиздат, 1985. — 113 с.
4. Мхитарян, М.М. Энергосберегающие технологии в жилищном и гражданском строительстве. — Киев: Наукова Думка, 2000. — 417 с.
5. Бабакулов, К.Б. Совмещенная пассивная система солнечного отопления и горячего водоснабжения жилого дома: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. — Ашхабад, 1986.—20 с.
6. Дусяров, А. С., Аvezов Р.Р. Оптимальный угол наклона к горизонту трансформируемого рефлектора пассивных систем солнечного отопления // Гелиотехника, 2000. -№ 1. -Ст. 60–63.

7. Дусяров, А. С., Аvezов Р.Р., Аvezова Н.Р. Дневной ход тепловой эффективности пассивных систем солнечного отопления, снабженных плоскими рефлекторами. // Гелиотехника, 2001. - № 3. - с. 60–65.
8. Дусяров, А. С., Аvezов Р.Р. Температурный режим помещения с рефлекторной пассивной системой солнечного отопления и аккумулятором тепла // Гелиотехника, 2000. - № 4. - с. 50–54.
9. Аvezов, Р.Р., Дусяров А. С. Теплопроизводительность и средневзвешенная тепловая эффективность инсоляционных пассивных систем солнечного отопления с плоскими рефлекторами излучения. // Гелиотехника, 2005. - № 4. - с. 89–91.

Оптимизация краткосрочных режимов энергосистем в составе межгосударственных электрических сетей

Каримов Илхом Нормаматович, соискатель, ассистент;
Файзиев Махманазар Мансурович, кандидат технических наук, доцент;
Маматкулов Асом Норович, старший преподаватель;
Абдурашидов Даврон Шавкатжонович, соискатель, ассистент
Каршинский инженерно-экономический институт (Узбекистан)

Повышение нагрузок и сложности электрических систем, появлением потребителей с резкопеременными графиками нагрузок и постепенным внедрением рыночных механизмов управления. В этих условиях усложняются задачи автоматизированных систем диспетчерского управления режимами электроэнергетических систем, входящих в состав межгосударственных электрических сетей.

В научной статье приведена алгоритм для решения оптимизации режимов двух энергосистем электрических сетей, соединенных между собой двумя межсистемными ЛЭП. В энергосистемах расчетных мощностей станций с характеристиками топливных издержек.

Ключевые слова: *повышением нагрузок, сложности электрических систем, резкопеременными графиками нагрузок, рыночных механизмов управления, оптимальное планирование краткосрочных режимов энергосистем, эффективный алгоритм оптимизации перетоков мощностей, топливных издержек.*

Increasing the load and complexity of electrical systems, the emergence of consumers with sharply variable load schedules and the gradual introduction of market management mechanisms. In these conditions, the tasks of automated dispatching control systems for the modes of electric power systems that are part of interstate electrical networks are becoming more complicated.

In a prevedin scientific article, an algorithm for optimizing the regimes of two power systems of electrical networks connected by two interconnected power lines. In the power systems of the design capacity of the station with the characteristics of fuel costs.

Выработка, передачи, перетоки и транзита электроэнергии и его оптимизация краткосрочных режимов энергосистем в составе межгосударственных электрических сетей весьма *актуальны*.

Повышение экономичности и надежности работы энергосистем является отраслей экономики и экономических структур важнейшей задачей. Оптимизация режима электроэнергетических систем производится всеми инженерами, связанными с расчетами и практической реализацией функционирования электрической системы. Этим занимаются проектировщики, работники служб режимов, диспетчеры энергосистем, оперативный технический персонал электростанций и электросетей [5]. Во время эксплуатации системы для обеспечения оптимальности ее режима имеются следующие возможности:

- 1) оптимальное распределение активной и реактивной мощностей между генерирующими источниками, включенными в работу;
- 2) оптимальный выбор включенных в работу агрегатов (котлов, турбогенераторов);
- 3) оптимальный регулирование частоты и напряжения;
- 4) оптимизация оперативного резерва мощности в электрической системе;
- 5) оптимизация схемы электрической системы.

В том числе развитие энергетики Республики Узбекистан на современном этапе характеризуется повышением нагрузок и сложности электрических систем, появлением потребителей с резкопеременными графиками нагрузок и постепенным внедрением рыночных механизмов управления. В этих условиях сильно усложняются задачи автома-

тизированных систем диспетчерского управления (АСДУ) режимами электроэнергетических систем (ЭЭС), входящих в состав межгосударственных электрических сетей.

Основной целью совместной работы ЭЭС в электрических сетях является достижение эффективного использования генерирующих мощностей и сетей, повышение надежности электроснабжения потребителей, создание благоприятных условий для рынка электроэнергии [1–3].

В этих условиях одной из основных задач АСДУ является оптимальное планирование краткосрочных режимов энергосистем с учетом перетоков мощностей по связям с соседними энергосистемами. Решение такой задачи предусматривает использования программных средств, где реализуются алгоритмы оптимизации с учетом современных особенностей функционирования ЭЭС.

По международной практике функционирования межгосударственных электрических сетей одной из важных требований, устанавливаемых к партнерам (государств членам электрических сетей является необходимость обеспечения способности покрыть собственную нагрузку в любое время за счет собственных станций и электроэнергии, получаемой от энергосистем соседних государств или СНГ по контрактам, включая случаи простых аварийных нарушений, таких как потери наибольшего по мощности генерирующего блока, запланированной поставки электроэнергии.

В этих условиях оптимальное планирование режима ЭЭС члена электрических сетей должна осуществляться с одновременной оптимизацией перетоков мощностей по межгосударственным межсистемным линиям электропередачи (ЛЭП).

Существующие методы и алгоритмы оптимизации краткосрочных режимов ЭЭС [1, 2, 4] не могут быть непосредственно использованы для решения рассматриваемой задачи. Поэтому разработка и усовершенствование алгоритмов, позволяющих учитывать современных особенностей функционирования ЭЭС, является актуальной задачей.

В данной работе описывается эффективный алгоритм оптимизации краткосрочных режимов энергосистем, входящих в состав межгосударственных электрических сетей. Сущность алгоритма заключается в следующем:

1) на основе использования данных о стоимости поставляемой мощности, определенных межгосударственными соглашениями для каждого из межгосударственных межсистемных ЛЭП (или для их групп) для каждого интервала цикла регулирования строятся зависимости стоимости от поставляемой мощности;

2) каждая из межгосударственных межсистемных ЛЭП (или их групп) заменяются, в расчетном смысле, соответствующими фиктивными станциями, за энергетические характеристики которых принимаются полученные зависимости стоимости от поставляемой мощности;

3) осуществляется оптимальное покрытие графика нагрузки энергосистемы расчетными и фиктивными станциями по характеристикам топливных издержек внутрисистемных расчетных станций и зависимостям стоимости от поставляемой мощности по межгосударственным межсистемным ЛЭП. Получаемые графики нагрузок фиктивных станций являются оптимальными графиками перетоков мощностей по межгосударственным межсистемным ЛЭП.

Вычислительная эффективность описанного алгоритма исследована на примере оптимизации режимов двух энергосистем электрических сетей, соединенных между собой двумя межсистемными ЛЭП. В обеих энергосистемах имеются по три расчетных ТЭС с характеристиками топливных издержек, имеющими вид квадратичного полинома:

$$И(P) = a + bP + cP^2.$$

Для удобства принималась, что каждая из энергосистем готова купить (или продать) мощность по стоимости, равной оптимальной стоимости для своих потребителей. В таком случае характеристика стоимости мощности, продаваемой каждой энергосистемой соседней энергосистеме, которая называется характеристикой предложения энергосистемы, можно определить простым суммированием абсцисс характеристик относительных приростов топливных издержек, входящих в эту энергосистему расчетных ТЭС, с последующим его интегрированием. В результате такого расчета для рассматриваемых энергосистем получены квадратичные характеристики предложения, т. е. зависимости стоимости мощности от суммарных перетоков межсистемных ЛЭП.

Здесь следует отметить, что последнее утверждение о получении характеристики предложения имеет место в условиях отсутствия активных функциональных ограничений в виде неравенств. При наличии таких ограничений характеристики предложения должны быть определены с их учетом по специальному алгоритму.

Для проверки эффективности описанного алгоритма решена задача оптимального распределения нагрузки электрических сетей между всеми шести ТЭС. При этом, нагрузки расчетных ТЭС и, соответственно, суммарные перетоки мощностей по межсистемным ЛЭП получены такими же, какими они получились в результате отдельной оптимизации режимов энергосистем предложенным алгоритмом.

Выводы:

1. Оптимизация краткосрочных режимов энергосистем, входящих в состав межгосударственных электрических сетей, должна осуществляться с учетом ограничений по перетокам мощностей межсистемных ЛЭП.

2. Приведен алгоритм оптимизации краткосрочных режимов энергосистем, входящих в состав межгосударственных электрических сетей.

Литература:

1. Автоматизация диспетчерского управления в электроэнергетике/Под общ. ред. Ю.Н. Руденко и В.А. Семёнова. — М.: Изд-во МЭИ, 2000. 648 с.

2. Фазылов, Х. Ф. Насыров Т. Х. Установившиеся режимы электроэнергетических систем и их оптимизация. — Т., «Молия», 1999. 378 с.
3. Джангиров, В. А., Баринов В. А. Принципы совместной работы энергокомпаний в условиях электроэнергетического рынка// Электричество. — Москва, 1995. — № 3. — с. 2–11.
4. Крумм, Л. А. Методы оптимизации при управлении электроэнергетическими системами. — Новосибирск: Наука, Сиб. отделение, 1980. 317 с.
5. Идельчик, В. И. Расчеты и оптимизация режимов электрических сетей и систем. Москва ЭНЕРГОАТОМИЗДАТ. 1988. 288 с.

Композиция Si_3N_4 — TiN , синтезированная в системе « $x\text{Na}_2\text{TiF}_6$ - $y\text{Na}_2\text{SiF}_6$ - $z\text{NaN}_3$ »

Кондратьева Людмила Александровна, кандидат технических наук, доцент;

Мироненко Виталий Андреевич, студент

Самарский государственный технический университет

В данной статье указаны результаты исследования композиции Si_3N_4 — TiN , синтезированной в системе « $x\text{Na}_2\text{TiF}_6$ - $y\text{Na}_2\text{SiF}_6$ - $z\text{NaN}_3$ ».

Ключевые слова: нитрид кремния, нитрид титана, рентгенофазовый анализ, кислотно-щелочной баланс.

Для получения нитридной композиции Si_3N_4 — TiN были выбраны следующие условия: давление азота в реакторе — 4 МПа, плотность исходной шихты — насыпная ($\delta = 0,34$), диаметр образца $D = 30$ мм. [1].

Результаты по синтезу нитридной композиции Si_3N_4 - TiN в системе « $x\text{Na}_2\text{TiF}_6$ - $y\text{Na}_2\text{SiF}_6$ - $z\text{NaN}_3$ » в зависимости от содержания в ней гексафторсиликата натрия, представлены в таблице 1 и на рисунках 1 и 2.

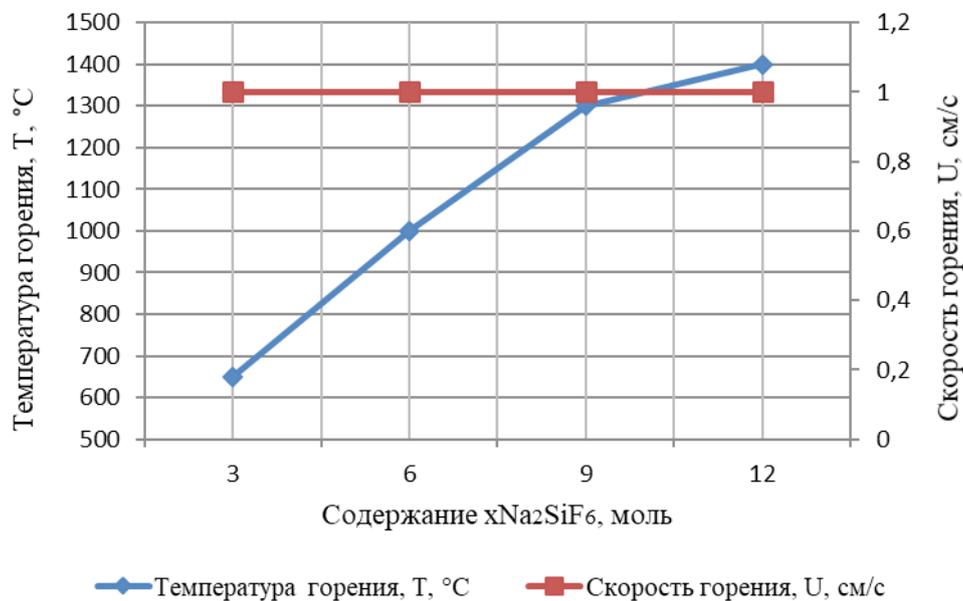


Рис. 1. Зависимость температуры и скорости горения от соотношения компонентов в системе « $x\text{Na}_2\text{TiF}_6$ - $y\text{Na}_2\text{SiF}_6$ - $z\text{NaN}_3$ »

Из представленных на рисунках 1 и 2 зависимостей мы можем отметить, что с увеличением содержания Na_2SiF_6 в смеси « $x\text{Na}_2\text{TiF}_6$ - $y\text{Na}_2\text{SiF}_6$ - $z\text{NaN}_3$ » температура горения в

реакторе увеличивается. Про скорость горения и кислотно-щелочной баланс можно утверждать, что они остаются неизменными.

Таблица 1

№	Содержание x , моль	Температура горения, °C	Скорость горения, см/с	Кислотно-щелочной баланс, pH	РФА
1	3	650	1,00	8	TiN, TiSi ₂ , Si
2	6	1000	1,00	8	TiN, TiSi ₂ , Si
3	9	1300	1,00	8	TiN, TiSi ₂ , Si
4	12	1400	1	8	TiN, TiSi ₂ , Si

Результаты исследования зависимости при получении Si₃N₄-TiN в системе « $x\text{Na}_2\text{SiF}_6\text{-NaN}_3\text{-Na}_2\text{TiF}_6$ »

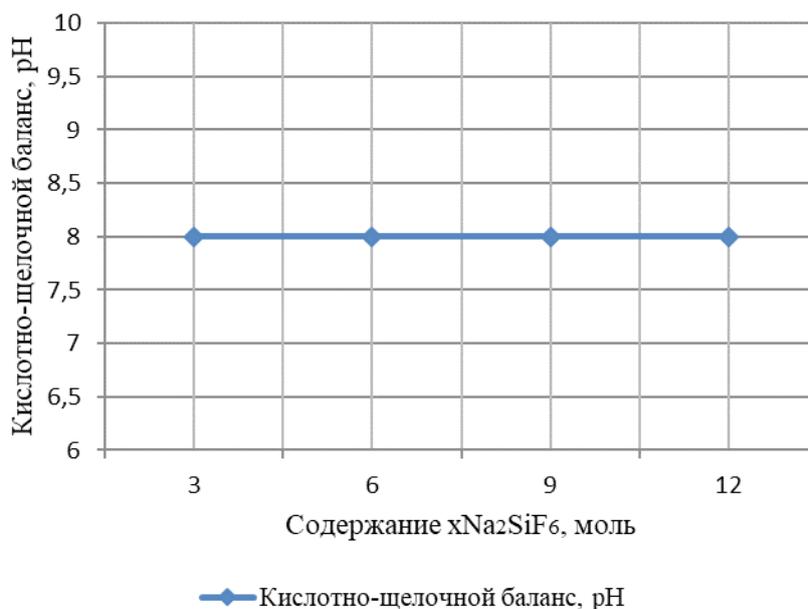


Рис. 2. Зависимость кислотно-щелочного баланса от соотношения компонентов в системе « $x\text{Na}_2\text{TiF}_6\text{-yNa}_2\text{SiF}_6\text{-zNaN}_3$ »

Рентгенофазовый анализ конечного продукта реакции проводили с помощью дифрактометра *ARL X»trA-138*. Дифрактограммы конечных промытых продуктов синтеза системы « $x\text{Na}_2\text{TiF}_6\text{-yNa}_2\text{SiF}_6\text{-zNaN}_3$ » с разным соотношением Na_2SiF_6 в системе представлены на рисунке 3. Результаты рентгенофазового анализа позволяют говорить о том, что в исследуемых образцах присутствуют целевые продукты синтеза: нитрид титана TiN, кремний Si и дисилид титана TiSi₂. [2].

Результаты (рисунок 3) рентгенофазового анализа продуктов горения системы « $x\text{Na}_2\text{TiF}_6\text{-yNa}_2\text{SiF}_6\text{-zNaN}_3$ », свидетельствуют о наличии фаз:

- при $x = 3$ моль: TiN = 33 %, TiSi₂ = 30 %, Si = 37 %;
- при $x = 9$ моль: TiN = 23 %, TiSi₂ = 11 %, Si = 66 %.

Следовательно, из этих данных можно утверждать, что с увеличением Na_2SiF_6 в исходной шихте

« $x\text{Na}_2\text{TiF}_6\text{-yNa}_2\text{SiF}_6\text{-zNaN}_3$ » уменьшается количество TiN и TiSi₂, а количество Si увеличивается.

Нитрид кремния в конечном продукте отсутствует, так как температуры горения не достаточны для образования нитрида кремния.

Исследование размера и морфологии порошков нитридных композиций проводилось с помощью растрового электронного микроскопа *JSM-6390A* фирмы «*Jeol*». [3].

Морфология частиц конечного продукта при различном увеличении представлена на рисунке 4.

Из рисунков 4а и 4б можем сделать следующие выводы: форма частиц конечного продукта, синтезированного в системе « $x\text{Na}_2\text{TiF}_6\text{-yNa}_2\text{SiF}_6\text{-zNaN}_3$ » при $x = 3$ моль имеет сферическую форму. Средний размер сферических частиц составляет 123,5 нм; форма при $x=9$ моль имеет также сферическую форму. Средний размер частиц которых составляет 244,9 нм.

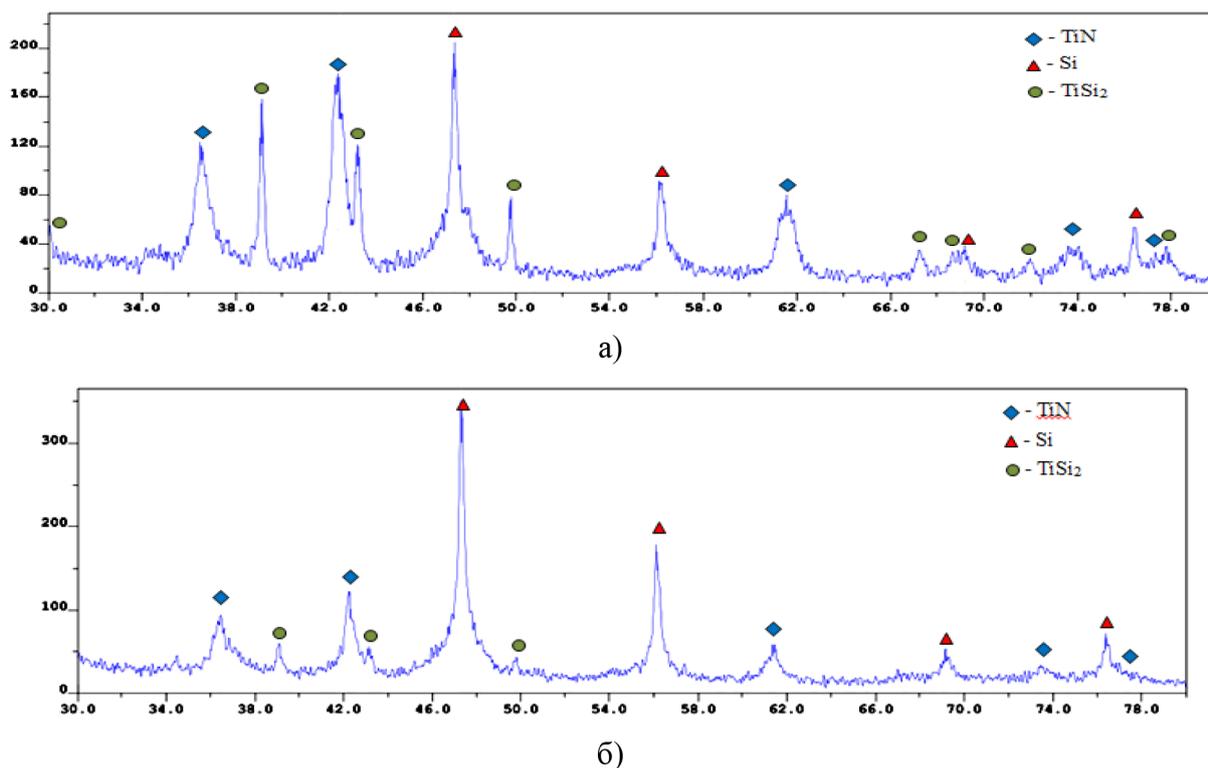


Рис. 3. Диффрактограммы конечных промытых продуктов синтеза системы « $x\text{Na}_2\text{TiF}_6-y\text{Na}_2\text{SiF}_6-z\text{NaN}_3$ » с разным соотношением компонентов: а) $x = 3$ моль; б) $x = 9$ моль

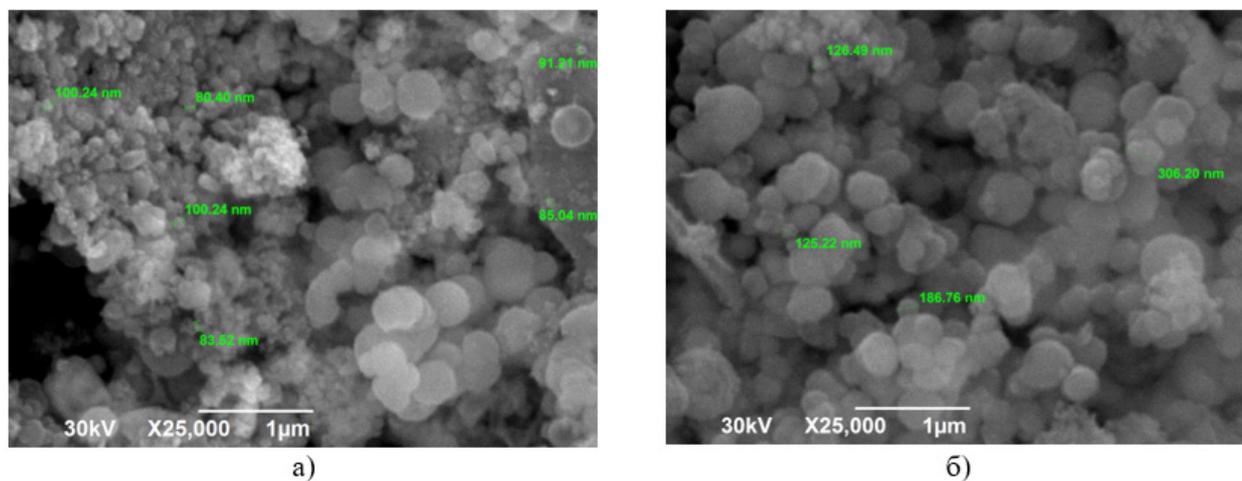


Рис. 4. Морфология частиц конечного продукта, синтезированного в системе « $x\text{Na}_2\text{TiF}_6-y\text{Na}_2\text{SiF}_6-z\text{NaN}_3$ »: а) $x = 3$ моль; б) $x = 9$ моль

Литература:

1. Самсонов, Г.В. Нитриды. — Наукова думка, 1969. — с. 133–158. — 380 с.
2. Боровинская, И.П. СВС-керамика. Синтез, технология, применение. Инженер, технолог, рабочий, 2002, № 6 (18), с. 28–35.
3. Словарь-справочник по новой керамике / Шведков Е.Л., Ковенский И.И., Денисенко Э.Т., Зырин А.В.; Ответственный редактор Трефилов В.И. — Киев: Наукова думка, 1991. — 280 с.

БИОЛОГИЯ

Потеря жизнеспособности семян ярутки полевой (*Thlaspi arvense*) в зависимости от времени и температуры анаэробного сбраживания органических отходов в лабораторной биогазовой установке

Аккуратнов Дмитрий Владимирович, индивидуальный предприниматель;

Сатишур Виктор Андреевич, главный научный сотрудник;

Войцеховская Наталья Александровна, технолог;

Дейкало Светлана Александровна, специалист по научно-технической документации;

Чавлытко Кристина Юрьевна, специалист по научно-технической документации

ИП Аккуратнов (г. Москва)

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. 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. В статье приведены новые экспериментальные данные по степени потери жизнеспособности семенами ярутки полевой в зависимости от времени и температуры анаэробного сбраживания органических отходов в лабораторной биогазовой установке.

Ключевые слова: *семена сорных растений, жизнеспособность, обработка в лабораторной биогазовой установке.*

Ярутка полевая (*Thlaspi arvense*), сем. Капустные (рис. 1). Стебель прямой, ребристый, ветвистый. Листья очередные, нижние листья черешковые, продолговато-обратно-яйцевидные, верхние сидячие, продолговато-ланцетные, по краю неравномерно-выемчато-зубчатые. Цветки в густых кистях на верхушках стеблей. Лепестки белые. Корень стержневой. Плод — двугнездный стручок с крыловидным килем. Гнезда с 6–7 семенами. Семена обратнояйцевидные, сплюснутые. Поверхность блестящая, параллельно краю семени покрыта дугообразно-морщинистыми складками, темно-коричневая. Длина семян 1,5–2,3 мм, ширина 1,2–1,6 мм. Масса 1000 семян около 1,5 г. Семядоли всходов округло-овальные, на верхушке усеченные, у основания округлые, черешковые, длиной 5–8 мм и шириной 3–6 мм. Первый лист округло-овальный или яйцевидный, на верхушке тупой. Всходы темно-зеленые, голые, розеточной формы. Плодоносит в июне-августе. Одно растение дает от 900 до 2100 семян. Максимальная плодovitость до 50000 семян. Прорастают с глубины 4–5 см. Семена в почве сохраняют всхожесть до 10 лет. Растет на полях, пастбищах. Сорняк посевов озимых и яровых культур, многолетних трав [1–3].

Для установления степени потери жизнеспособности семян ярутки полевой (*Thlaspi arvense*) в зависимости от температуры анаэробного сбраживания нами проведено сбраживание помещенных в тканевые мешочки семян вместе с органическими отходами в разработанной нами лабораторной биогазовой установке (Заявка № 2017/EA/0089 на выдачу евразийского патента на изобретение «Лабораторный анаэробный биогазовый реактор» от 31.10.2017 г. Автор изобретения Сатишур В.А.). Лабораторная биогазовая установка выполнена в виде герметичной металлической ёмкости со средством нагрева и средством перемешивания помещённых в ёмкость органических отходов, снабжённой датчиками температуры, загрузочным устройством для органических отходов, выходным устройством для сброженной органической массы и выходным штуцером для биогаза, связанным с приёмной ёмкостью (рис. 2).

Сбраживание семян ярутки полевой (*Thlaspi arvense*) провели в течение 6, 12, 18, 24 суток при двух температурных режимах 20–25°C и 40–45°C. Для определения всхожести и жизнеспособности семян сорных растений отобраны образцы по 50 штук, которые высеяны на фильтровальную бумагу в растильнях, заполненных на 2/3

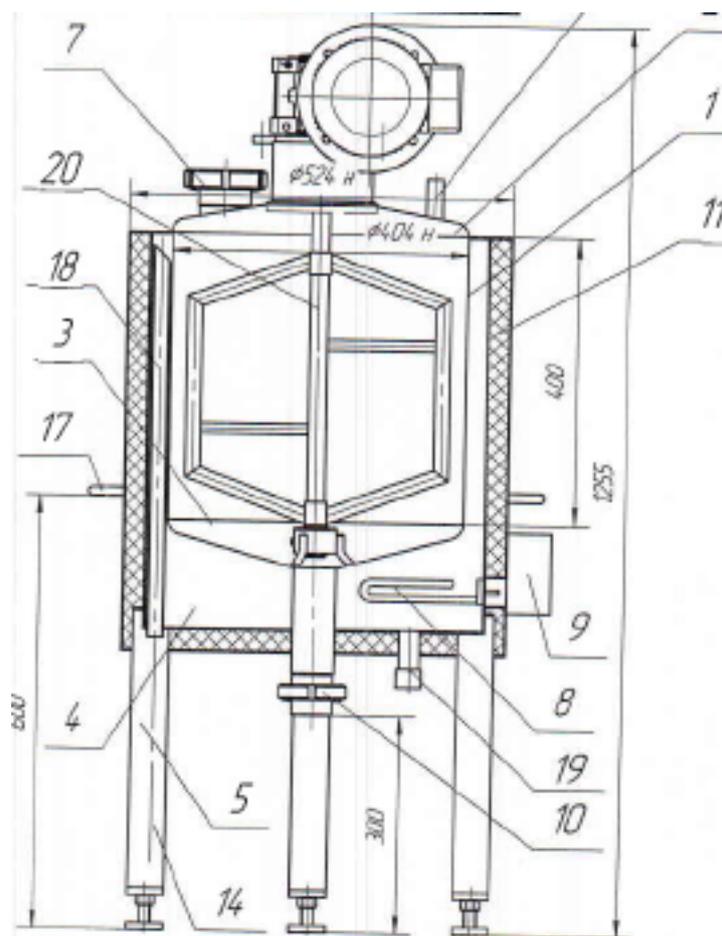
Рис. 1. Ярутка полевая (*Thlaspi arvense*)

Рис. 2. Лабораторная биогазовая установка

водой. Высевались семена как не обработанные в биогазовой установке, так и семена, которые прошли сбраживание в лабораторной биогазовой установке. После посева подсчитано количество проросших семян на 5; 10 и 15 день, а также жизнеспособность семян (таблица 1).

При обработке семян ярутки полевой в лабораторной биогазовой установке в течение шести суток при температуре 20–25°C и 30–35°C увеличилась жизнеспособность семян на 2–4% по сравнению с необработанными семенами.

Таблица 1. Жизнеспособность семян ярутки полевой при обработке в биогазовой установке

Температура, °C	Экспозиция, сутки	Количество проросших семян, шт.				Жизнеспособность семян, %
		5 день	10 день	15 день	Всего	
20–25°C	0	9	24	2	35	70
	6	15	17	5	37	74
	12	10	8	4	22	44
	18	7	3	2	12	24
	24	4	2	1	7	14
30–35°C*	0	12	23	4	39	78
	6	17	15	8	40	80
	12	9	3	1	13	26
	18	5	2	0	7	14
	24	1	0	0	1	2
40–45°C	0	9	24	2	35	70
	6	10	12	5	27	54
	12	6	2	0	8	16
	18	3	1	0	4	8
	24	0	0	0	0	0
50–55°C*	0	12	23	4	39	78
	6	6	9	2	17	34
	12	2	3	0	5	10
	18	1	0	0	1	2
	24	0	0	0	0	0

* Используются экспериментальные данные, полученные Сатишуром В.А. в 2013–2015 гг. в ходе выполнения проекта БРФФИ № Б13М — 075 [3].

Более длительная экспозиция семян ярутки полевой в лабораторной биогазовой установке в течение двенадцати суток привела к снижению их жизнеспособности на 26% при 20–25°C, на 52% при 30–35°C, на 54% при 40–45°C, на 68% при 50–55°C.

Экспозиция семян ярутки полевой в течение восемнадцати суток привела к снижению их жизнеспособности на 46% при 20–25°C, на 64% при 30–35°C, на 62% при 40–45°C, на 76% при 50–55°C.

В результате сбраживания в течение двадцати четырех суток семена ярутки полевой сохранили свою жизнеспособность на уровне 2–14% при температуре 20–25°C и 30–35°C, а дальнейшее увеличение температуры до 40–45°C и 50–55°C привело к полной потере их жизнеспособности.

Интерпретировав полученные экспериментальные данные как временные ряды, что обусловлено последовательностью измерений в определенные моменты анаэробного сбраживания семян, мы смогли установить трендовую зависимость жизнеспособности семян ярутки полевой от продолжительности их пребывания в лабораторной биогазовой установке.

Нами получены уравнения регрессии, отражающие зависимость жизнеспособности семян ярутки полевой от длительности анаэробного сбраживания отходов (рис. 3): $y = -2,7x + 77,6$ для $t = 20-25^\circ\text{C}$; $y = -3,6333x + 83,6$ для $t = 30-35^\circ\text{C}$, $y = -3,1x + 66,8$ для $t = 40-45^\circ\text{C}$, $y = -3,1333x + 62,4$ для $t = 50-55^\circ\text{C}$, где x — время сбраживания.

Установлено, что полная гибель семян ярутки полевой наступает при анаэробном сбраживании отходов в лабораторной биогазовой установке на 29 суток при температуре 20–25°C, на 23 суток при температуре 30–35°C, на 22 суток при температуре 40–45°C, на 20 суток при температуре 50–55°C (таблица 2).

Нами получены уравнения регрессии, отражающие зависимость жизнеспособности семян ярутки полевой от изменения температуры анаэробного сбраживания отходов (рис. 4): $y = 0,16x + 68,4$ при экспозиции 0 суток; $y = -1,46x + 111,6$ при экспозиции 6 суток, $y = -1,12x + 63,2$ при экспозиции 12 суток, $y = -0,72x + 37,2$ при экспозиции 18 суток, при $y = -0,44x + 19,4$ при экспозиции 24 суток, где x — температура сбраживания.

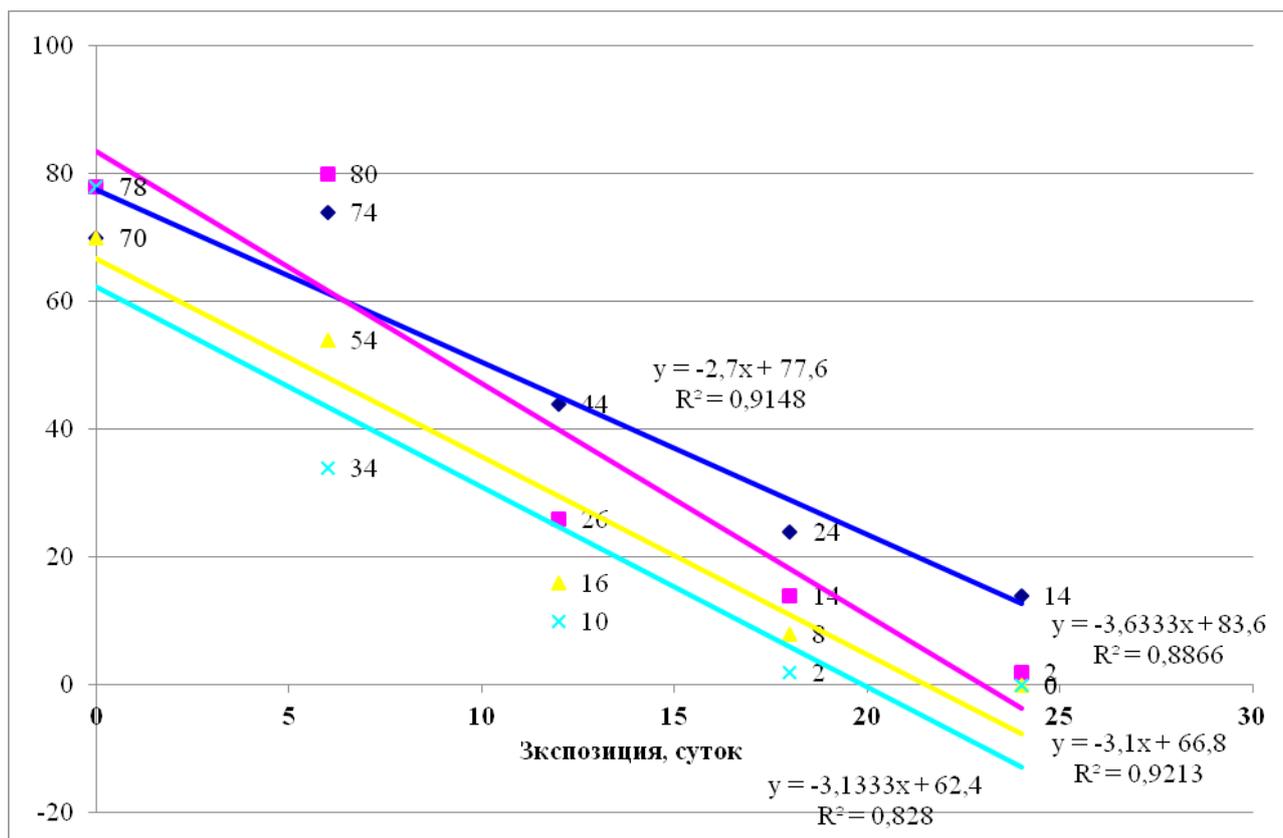


Рис. 3. Зависимость жизнеспособности семян ярутки полевой от длительности анаэробного сбраживания отходов в биогазовой установке

Таблица 2. Степень потери жизнеспособности семенами ярутки полевой в зависимости от длительности обработки в лабораторной биогазовой установке

Экспозиция, сутки	Жизнеспособность семян, %			
	20–25°C	30–35°C	40–45°C	50–55°C
	$y = -2,7x + 77,6$	$y = -3,6333x + 83,6$	$y = -3,1x + 66,8$	$y = -3,1333x + 62,4$
1	74,9	80,0	63,7	59,3
2	72,2	76,3	60,6	56,1
3	69,5	72,7	57,5	53,0
4	66,8	69,1	54,4	49,9
5	64,1	65,4	51,3	46,7
6	61,4	61,8	48,2	43,6
7	58,7	58,2	45,1	40,5
8	56	54,5	42,0	37,3
9	53,3	50,9	38,9	34,2
10	50,6	47,3	35,8	31,1
11	47,9	43,6	32,7	27,9
12	45,2	40,0	29,6	24,8
13	42,5	36,4	26,5	21,7
14	39,8	32,7	23,4	18,5
15	37,1	29,1	20,3	15,4
16	34,4	25,5	17,2	12,3
17	31,7	21,8	14,1	9,1
18	29	18,2	11,0	6,0
19	26,3	14,6	7,9	2,9
20	23,6	10,9	4,8	0

21	20,9	7,3	1,7	0
22	18,2	3,7	0	0
23	15,5	0	0	0
24	12,8	0	0	0
25	10,1	0	0	0
26	7,4	0	0	0
27	4,7	0	0	0
28	2	0	0	0
29	0	0	0	0

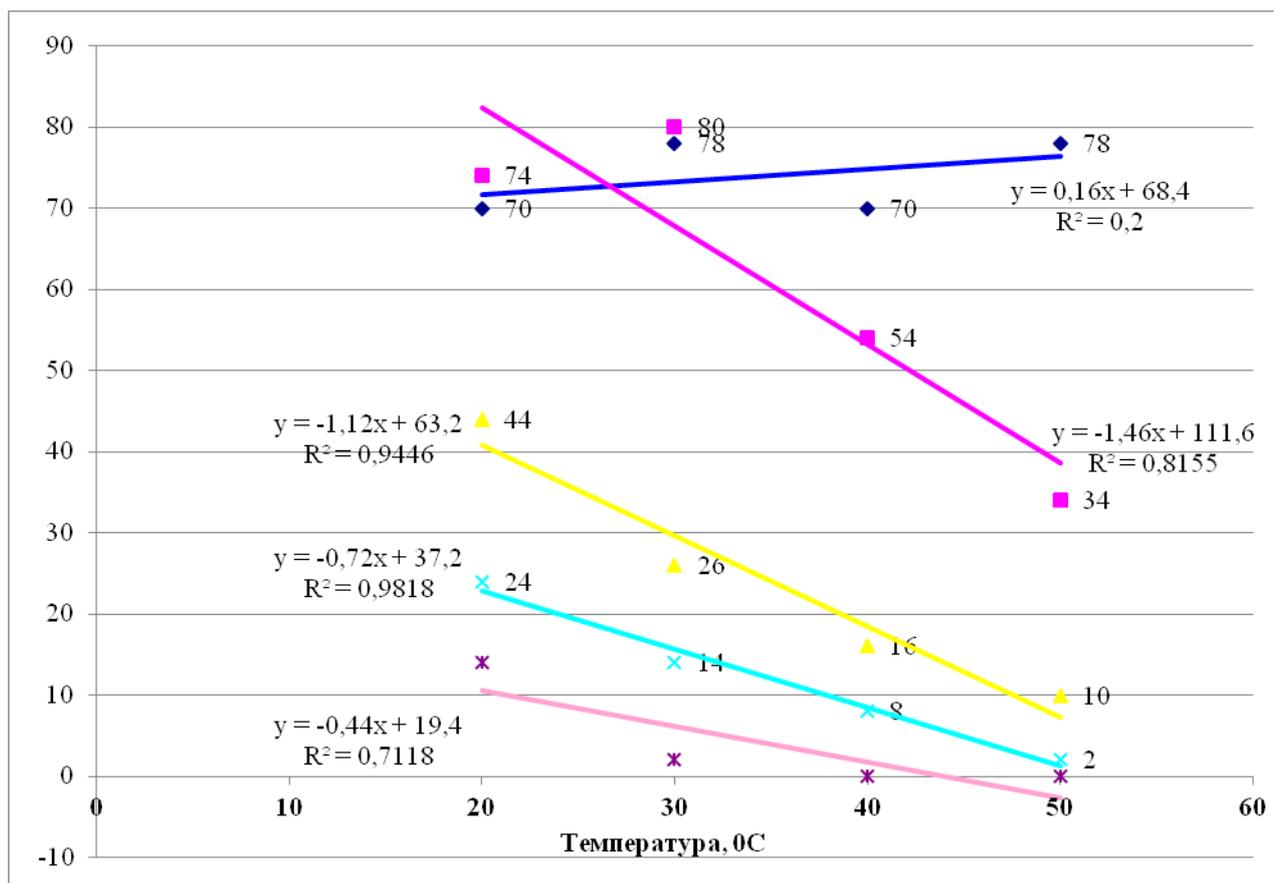


Рис. 4. Зависимость жизнеспособности семян ярутки полевой от температуры анаэробного сбраживания отходов в биогазовой установке

Установлено, что полная гибель семян ярутки полевой наступает при анаэробном сбраживании отходов в лабораторной биогазовой установке на 12–18 сутки экспозиции при увеличении температуры до 60°C, на 24 сутки экспозиции при увеличении температуры до 50°C (таблица 3).

Хорошим способом подавления активности находящихся в навозе семян сорных растений является анаэробная (биогазовая) обработка навоза. В результате проведенных экспериментальных исследований установлена степень потери жизнеспособности семенами ярутки полевой в зависимости от времени и температуры анаэроб-

ного сбраживания органических отходов в лабораторной биогазовой установке.

Полная гибель семян ярутки полевой наступает при анаэробном сбраживании отходов в лабораторной биогазовой установке на 29 сутки при температуре 20–25°C, на 23 сутки при температуре 30–35°C, на 22 сутки при температуре 40–45°C, на 20 сутки при температуре 50–55°C.

Полная гибель семян ярутки полевой наступает при анаэробном сбраживании отходов в лабораторной биогазовой установке на 12–18 сутки экспозиции при увеличении температуры до 60°C, на 24 сутки экспозиции при увеличении температуры до 50°C.

Таблица 3. Степень потери жизнеспособности семенами ярутки полевой в зависимости от изменения температуры обработки в лабораторной биогазовой установке

Температура, °С	Жизнеспособность семян, %				
	0 сутки	6 сутки	12 сутки	18 сутки	24 сутки
	$y=0,16x+68,4$	$y=-1,46x+111,6$	$y=-1,12x+63,2$	$y=-0,72x+37,2$	$y=-0,44x+19,4$
20	71,6	82,4	40,8	22,8	10,6
30	73,2	67,8	29,6	15,6	6,2
40	74,8	53,2	18,4	8,4	1,8
50	76,4	38,6	7,2	1,2	0
60	78,0	24,0	0	0	0

Литература:

1. Босак, В. Н. Органические удобрения: Монография / УО «Полесский государственный университет». — Пинск: ПолесГУ, 2009. — 256 с.
2. Терещук, В. С. Сохранение жизнеспособности семян сорных растений в навозе при анаэробной его ферментации / В. С. Терещук // Защита растений: сб. науч. трудов / Белорус, научно-исслед. ин-т защиты растений. — Минск, 1997. — Вып. 20. — с. 109–117.
3. Сатишур, В. А. Засорение полей при применении отходов биогазовых установок: на примере биогазовой установки СГЦ «Западного» Брестского района / В. А. Сатишур, А. А. Регилевич. — Saarbrücken (Deutschland): LAP LAMBERT Academic Publishing, 2015. — 120 с.

Результаты наблюдений за локальным стадом снежных баранов (якутский подвид) *Ovis nivicola lydekkeri* Kowarzik, 1913 (чукотская популяция) на территории национального парка «Берингия» в 2017 году

Косяк Анатолий Васильевич, старший научный сотрудник
Национальный парк «Берингия» (г. Анадырь)

Загребин Игорь Александрович, главный хранитель
Музей Берингийского наследия (г. Анадырь)

В статье рассмотрены результаты проводившихся в 2017 году исследований локального стада снежных баранов в районе массива мыса Мертенса, а также некоторые особенности организации круглогодичного мониторинга состояния популяции и территории в целом.

Ключевые слова: снежный баран, сезонные перемещения, количественный состав, половозрастная структура стада, снеговой покров, фотоловушка.

Снежный баран (якутский подвид) *Ovis nivicola lydekkeri* Kowarzik, 1913 (чукотская популяция), обитающий на некоторых участках парка, внесен в Красные Книги РФ и Чукотского автономного округа и относится к редким, с сокращающейся численностью виду (подвиду) [5, с. 175]. На территории национального парка «Берингия» находятся краевые участки двух локальных очагов обитания снежных баранов — «Южный» (бассейны рек Курупка, Валькарваам, Синевеем, Сиренек — Кейвук, Майгывыквын, Ангуваам) и «Восточный» в верховьях рек Чегитун, Уттывеем [3, с. 335]. Третий, «Западный» очаг, находится вне территории парка, но отдельные особи снежных ба-

ранов могут проникать вплоть до побережья Колочинской губы.

Анализ литературных источников [1–3, 5] показал, что информация о небольших, локальных очагах обитания вида на приморских территориях практически отсутствует.

В 2015 году были проведены рекогносцировочные исследования территории массива мыса Мертенса с целью выявления признаков присутствия снежных баранов на данном участке. Были выявлены постоянные тропы, по которым перемещаются животные, несколько лёжек и экскременты, тем самым были получены доказательства присутствия животных в данном районе.

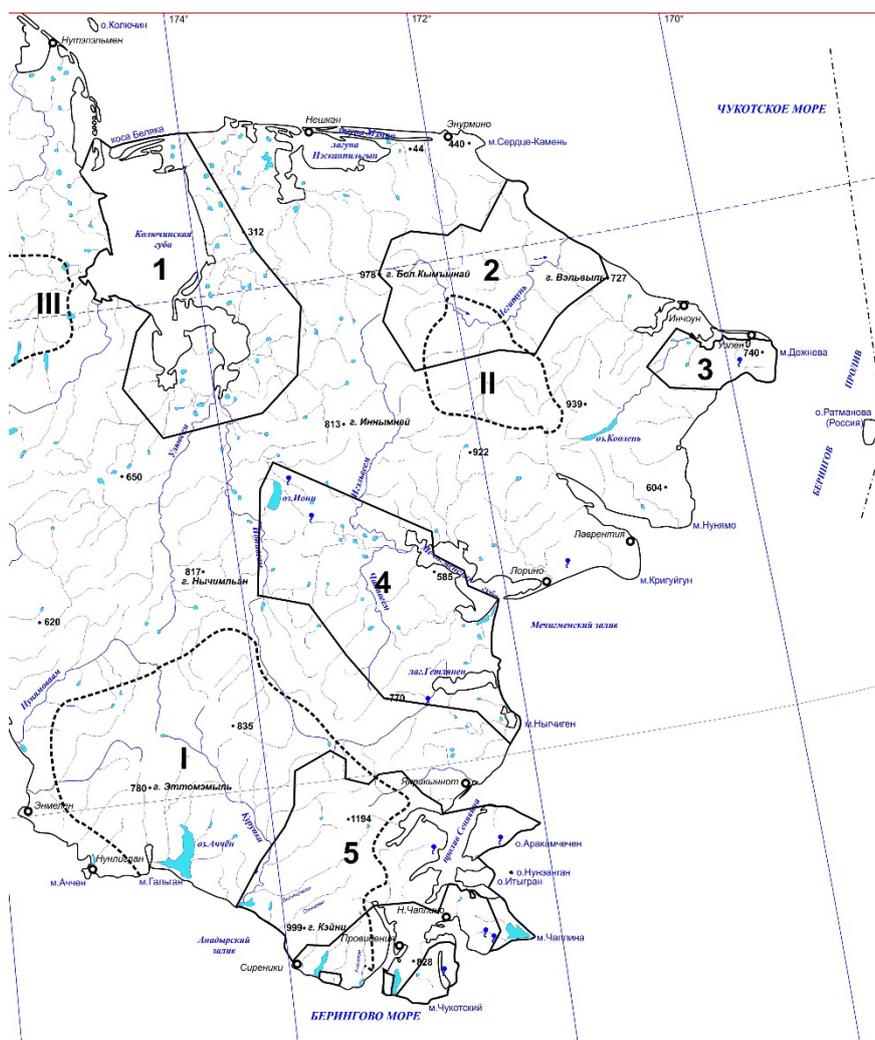


Рис. 1. Локальные очаги обитания снежных баранов на территории национального парка «Берингия»: Участки парка: 1 — Колючинский; 2 — Чегитунский; 3 — Дежневский; 4 — Мечигменский; 5 — Провиденский. Очаги обитания снежных баранов: I — «Южный», II — «Восточный». III — «Западный».



Рис. 2. Район исследований в 2017 году. (Провиденский кластер).

Исследования 2016 года, в силу различных причин, не позволили определить количественный состав стада, его половозрастную структуру и ряд других параметров. На результативность работ решающее влияние оказали сложные погодные условия, в первую очередь снегопады и метели, сильные ветры, часто сопровождавшиеся позёмкой (всего 72 дня за период январь-май). Отсутствие прочного припайного льда в районе мыса Мертенса, не позволило произвести осмотр массива со стороны моря.

Мозаичное распределение снегового покрова, преобладание пасмурной погоды с низкой облачностью (плохая видимость), короткий световой день (особенно в зимний период) стали причиной резкого сокращения выездов в исследуемый район [4].

С конца мая по конец июня данная территория недоступна для любых видов наземного транспорта

Цели и задачи.

Целями исследований 2017 года стало выявление постоянного места обитания и определение количественного состава стада, его половозрастной структуры, выявление новых маршрутов сезонных перемещений стада и опреде-

ление приблизительных границ ареала. При этом необходимо было решить несколько задач:

- максимально расширить зону маршрутных исследований территории;
- отработать методику наблюдения за стадом в разные сезоны года;
- определить места установки фото ловушек для регистрации сезонной и суточной активности стада;
- выбрать место для оборудования солонца.

Методика и материалы.

Основными методами исследований, как и в предыдущие годы, стали маршрутные учёты и наблюдения со стационарной точки. Кроме этого была сделана попытка фото фиксации присутствия животных при помощи фото ловушки «Bushnell», которая была установлена в непосредственной близости от тропы (64°31 с. ш., 172°25 з. д.). В ходе наблюдений постоянно использовались бинокль «Yukon» (12×50) и фотоаппарат «Canon 700D».

Всего за 2017 год в район проведения наблюдений было выполнено 12 маршрутных выходов и выездов. В зимний период выезды совершались на вездеходе «Трэкол» (шины



Рис. 3. Схема маршрутов 2017 года.

низкого давления) и снегоходе. В летний период выполнялись пешие маршруты.

Результаты наблюдений.

Предзимье и зима 2016 года.

Начало зимнего периода 2016 года (конец октября — ноябрь) характеризовалось очень неустойчивыми погодными условиями. Частые повышения температуры воздуха, дожди и дожди с мокрым снегом не способствовали формированию устойчивого снежного покрова. Похолодание в начале декабря привело к образованию ледяной корки на подстилающей поверхности. Повсеместно наблюдались гололёдные явления. Выпавший в середине де-

кабря снег прикрыл тонким слоем поверхность равнинных участков, места в понижениях рельефа, участки с развитым растительным покровом. Во всех этих случаях высота снегового покрова не превышала 10–15 см. Все возвышенные участки (холмы, плато), а также наветренные склоны гор оказались практически лишёнными снегового покрова. Сильные ветры этого периода выдували снег с обледенелых склонов и возвышенностей.

Создавшиеся условия должны были заставить снежных баранов покинуть постоянные места обитания (восточные склоны г. Инак) и спуститься на равнинные участки [1, с. 337, 2, с. 338].



Рис. 4. Схема наблюдение стада у подножья плато (тебенёвка) и подъём на плато по склону (уход от человека).

Посещение территории 21 декабря 2016 года подтвердило этот факт. В этот день удалось зафиксировать стадо баранов, состоящее из 8 особей, которое спустилось с плато, примыкающего к массиву мыса Мертенса, и занималось добыванием корма из-под снега (тебенёвка) практически на морском побережье. К сожалению, животные подпустили наблюдателей лишь на расстояние до 800 м, а затем поспешно (в течение 3-х минут) удалились вверх по склону на плато. Тем не менее, визуальное наблюдение и анализ фотоснимков позволяет сделать вывод о половоз-

растной структуре наблюдаемой группы животных. В её состав вошли 2 взрослые и 4 молодые самки, а также 2 ягнёнка 2015 года рождения. Детальное обследование территории показало, что стадо спустилось с плато вниз к его подножью и кормилось на участках, поросших в основном травянистой растительностью с хорошо развитым ярусом низкорослых ив.

Результаты наблюдений в 2017 году.

В зимний и ранневесенний периоды (январь — начало апреля) 2017 года в исследуемом районе снежные бараны



Рис. 5. Стадо снежных баранов у подножья плато.



Рис. 6. Место тебенёвки.

и следы их присутствия наблюдались 10 раз. Из них в 6 случаях фиксировалось присутствие самих животных и 4 раза их следы.

Решающее влияние на распределение по территории снежных баранов в зимний и ранневесенний периоды оказали погодные условия и состояние снегового покрова.

Анализ данных (табл. 1, 2, рис. 6) показал, что большие перепады температур в сочетании с выпадающими твёрдыми осадками, и последующей их перекристаллизацией, способствовали образованию прочного наста в за-

снежных местах и участков, покрытых ледяной коркой с небольшим слоем снега. Такие явления чаще всего наблюдались на горных участках, непосредственно примыкающих к морскому побережью (восточные, юго-восточные склоны). В сложившихся условиях снежные бараны были вынуждены уходить с прибрежных участков во внутренние районы, где структура снегового покрова и его высота позволяли добывать корм.

При этом снежные бараны распределялись на территории общей площадью в 3600 га. Животные пере-

Таблица 1. Количественный и половозрастной состав наблюдаемых групп животных.

дата	количество	пол	возраст	примечание
24.01	3	♂	2 взр., 1 мл.	Поднимались по ЮЗ склону к вершине г. Инак.
04.02	2	♂	2 взр.	Восточный склон плато. Поднялись на плато.
04.02	4	♀	1 взр., 2 мл., 1 ягн.	Ю склоны горы с отм. 393 м. Уходили к вершине.
08.02	4	-	-	Следы. Ю склоны г. Светлая. Перешли через долину ручья к г. Безымянная
08.02	1	♂	взр.	Следы. Спустился с СВ склона г. Сальхык и пересёк долину р. Итхат.
19.03	3	♂	2 взр., 1 мл.	ЮЗ склон г. Инак. Поднимались к вершине.
20.03	4	-	-	Ю склон горы с отм. 393 м. Спускались к подножью.
20.03	3	-	-	В берег р. Итхат. Уходили к морскому побережью.
29.03	3	-	-	Следы. Плато и ЮВ склон г. Инак
05.04	3–4	-	-	Следы. Плато и ЮВ склон г. Инак.

взр. — взрослый (более 5 лет), мл. — молодой (до 5 лет), ягн. — ягнёнок, (-) — пол и возраст не определены.



Рис. 7. Карта-схема распределения снежных баранов в зимний период.



Рис. 8. Участок зимней тропы снежных баранов (юго-восточный склон г. Инак).

Таблица 2. Погодные условия зимы 2017 года

месяц	количество дней					всего дней с осадками	t°ср. воздуха	t°min. воздуха	t°max. воздуха
	дождь	морось	снежная крупа	снег	метель				
январь	1	2	3	7	1	4	— 9,9°	— 24,0°	+3,0°
февраль				4	2	6	— 11,0°	— 20,6°	+1,0°
март				8	1	9	— 8,0°	— 20,0°	+3,0°
апрель		2		12	1	5	— 1,7°	— 13,0°	+7,0°

секали межгорные долины и переходили на соседние горные массивы в местах наиболее близкого их расположения. Исключение составляют перемещения взрослых самцов снежных баранов, которые совершали довольно

значительные по протяжённости переходы через равнинные участки. Так 08 февраля, в светлое время суток, взрослый самец пересёк равнинный участок протяжённостью в 3 км.



Рис. 9. След взрослого снежного барана (08.02.2017 г.).

Впоследствии это животное наблюдалось в 9 км севернее от места первоначального обнаружения.

Учитывая тот факт, что основным районом обитания стада является массив мыса Мертенса (г. Инак), а также существующие территориальные ограничения в виде прилегающей к массиву с востока и севера морской акватории, зимние перемещения животных происходят преимущественно в южном, юго-западном направлениях.

Основными причинами таких перемещений является состояние снегового покрова территории, доступность кормов и факторы беспокойства (особенно в весенний период).

В летний и осенний период 2017 года снежные бараны наблюдались лишь 2 раза, причём первая точка наблюдения животного располагалась на расстоянии около 4 км от основного очага обитания (восточные склоны г. Инак).

Таблица 3. Результаты наблюдений снежных баранов в летний период 2017 года.

дата	количество	пол	возраст	примечание
02.07.17.	1		до 5 лет	Поднимался по склону к верховьям ручья Иутунок.
07.07.17	1		5 +	Отдыхал на В склоне г. Инак.



Рис. 10. Вышедший из берлоги бурый медведь, как один из факторов беспокойства (04.05.2015 г.).
Фото А. Г. Боровика.



Рис. 11. Снежный баран (5+) на восточном склоне г. Инак (27.07.2017 г.)



Рис. 12. Типичное место обитания снежных баранов.



Рис. 13. Вид сверху на участок восточного побережья мыса Мертенса.

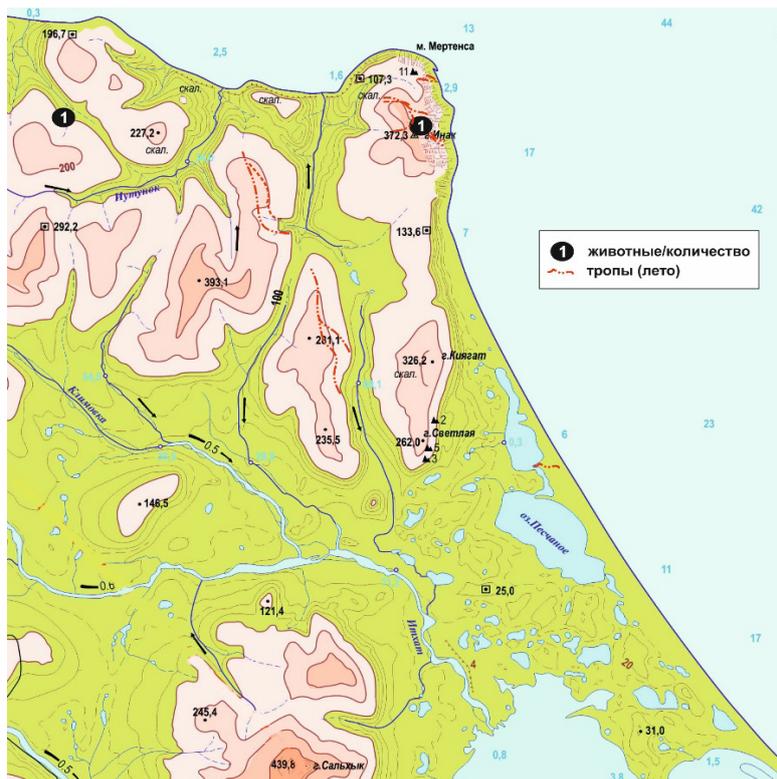


Рис. 14. Места обнаружения животных и следов их присутствия в летний период 2017 года.

Наблюдения 2017 года позволили определить количественный и половозрастной состав стада, определить маршруты сезонных перемещений животных, а также выявить основные лимитирующие факторы, влияющие на количественный состав и сезонное распределение снежных баранов на исследуемой территории, а именно:

- локальное стадо массива мыса Мертенса состоит из 6 самок, 2-х ягнят, 3-х самцов (2 взрослых и 1 до 5 лет). Всего 10–11 особей.

- самки с ягнятами ведут, практически, оседлый образ жизни. Максимальная протяжённость их перемещений от основного места обитания не превышает 3–4 км;

- в летний период в районе массива мыса Мертенса (восточные склоны г. Инак) обитает 7–9 особей снежных баранов;

- в период размножения данное стадо посещает 2 взрослых самца, которые находятся на исследуемой территории до 3,5–4 месяцев.

— молодой самец (5+) придерживается территории, примыкающей к массиву мыса Мертенса, периодически совершая переходы на соседние горные хребты, удалённые от основного места обитания на 5–8 км. В зимний период (январь — февраль) этот самец может на короткое время, объединяться с двумя взрослыми самцами.

— основным фактором влияющим на распределение основного (маточного) стада в зимний период является состояние снегового покрова. В зимы с мощным снежным покровом (толщина более 40–45 см) и при активном развитии гололёдных образований, а также в случаях образования прочного наста стадо распределяется на более значительной территории (площадь до 2400 га). В летний период площадь обитания сужается до 900–1000 га.

— оборудованный в начале сентября искусственный солонец (64°31'с. ш., 172°25'з. д.) к моменту завершения работ (25 сентября) посещался животными как минимум 1 раз.

Выводы

— необходимо наладить наблюдения за стадом со стороны моря;

— изменить конструкцию крепления фото ловушек и более детально проработать методику их установки и использования по сезонам года;

— обеспечить полное соблюдение режима охраны данной территории:

— организовать проведения ежедневных наблюдений (сроком до недели) в позднеосенний и раннезимний периоды с целью определения сроков подхода к основному стаду взрослых самцов;

— дооборудовать подкормочную площадку и по возможности заложить новую на уступе, либо в нише восточного склона г. Инак.

Благодарности

Выражаем огромную благодарность Коханцу Сергею Фёдоровичу неизменному и бескорыстному помощнику, умелому и грамотному наблюдателю, помогавшему нам во всём в течение 2015–2017 годов, а также Литовкину Евгению, любителю медведей и помощнику в организации научного стационара в урочище Униирамкыт.

Литература:

1. Железнов, Н. К. Дикие копытные животные Северо-Востока СССР. — Владивосток. ДВО АН СССР, 1990. — 490 с.
2. Железнов-Чукотский, Н. К. Экология снежных баранов Северной Азии. — М.: Наука, 1994. — 221 с.
3. Железнов-Чукотский, Н. К., Секретарева Н. А., Астахова Т. И., Жукова А. И. и др. Природные условия и ресурсы Чукотского полуострова. — М.: ГЕОС, 2003. — 335 с.
4. Косяк, А. В., Загребин И. А. Массив мыса Мертенса как локальное местообитание снежного барана (якутский подвид) *Ovis nivicola lydekkeri* Kowarzik, 1913 (чукотская популяция) // *Universum: Химия и биология: электрон. научн. журн.* 2016. № 7 (25).
5. Красная Книга Чукотского автономного округа. — Магадан: Дикий Север. 2008. — 175 с.

МЕДИЦИНА

Клинико-иммунологические аспекты диагностики и лечения детей с хроническими гнойными синуситами

Аманов Шавкат Эргашевич, доктор медицинских наук, профессор;
Джабборова Додар Рахимовна, кандидат медицинских наук, доцент;
Исмаилова Шахина Бахромовна, магистр;
Гуломова Зарнигор Рустамовна, студент
Ташкентский педиатрический медицинский институт (Узбекистан)

Актуальность. Известно, что хронические воспалительные процессы носа и околоносовых пазух имеют большое значение в возникновении различных патологий в организме. Наиболее часто гнойные синуситы развивается у детей второго и третьего года жизни, несколько реже — в грудном возрасте (6–12 месяцев) [1]. Согласно данным различных авторов, доля больных с данной патологией среди госпитализированных в отоларингологическое отделение составляет от 29 до 60% [3,5,7].

На современном этапе развития детской оториноларингологии существенная роль в патогенезе гнойных синуситов отводится дефектам иммунной системы организма ребёнка [1,4]. Гистологически слизистая оболочка околоносовых пазух идентична со слизистой полости носа, однако имеет ряд различительных структурных особенностей, при этом она бедна особенно серозными железами. К примеру, в слизистой оболочке верхнечелюстных пазух количество желез, располагающихся исключительно вблизи естественного соустья, не превышает 50–100 в каждой пазухе, тогда как в слизистой полости носа их свыше 100000. Поскольку образование секреторных иммуноглобулинов связано, в основном, с функционированием серозных желез, их относительно небольшое количество в слизистой оболочке околоносовых пазух при хорошей мукоцилиарной активности реснитчатого эпителия не дает основания рассчитывать на высокий уровень концентрации здесь секреторных иммуноглобулинов и соответственно высокую эффективность защиты [1,11].

В связи с этим, закономерен поиск эффективных и безопасных лекарственных средств для профилактики и лечения гнойных синуситов у детей с целью активации неспецифических факторов защиты и устранения инертности специфического иммунного [8,9,12].

Поскольку нарушение иммунных механизмов системного и регионарного уровней является обязательным звеном в патогенезе различных форм гнойного синусита,

то в современных условиях успешное лечение невозможно без учета механизмов воздействия лекарственных препаратов на иммунную систему больного. Более того, состояние иммунологической резистентности организма определяет, в значительной степени, течение данного заболевания [2,4,10]. В связи с этим для адекватной коррекции системы иммунореактивности и повышения эффективности лечения необходимо применение иммуномодулирующих средств.

Целью настоящего исследования явилась оценка эффективности бронхо-мунала в консервативном лечении хронических гнойных синуситов.

Материалы и методы:

Исследование проводилось на базе 12 поликлиники Юнусабадского района города Ташкента. Проанализированы амбулаторные карты 50 детей с диагнозами хронические гнойные синуситы. Всем больным в динамике болезни осуществлялись следующие клинико-лабораторные исследования: общий анализ крови, посев секретов полости носа и околоносовых пазух для выяснения характера микробной обсемененности и определения антибиотико-чувствительности выделенной микрофлоры, показатели гуморального иммунитета (по С. Mancini, 1965).

Результаты проведенного исследования.

Из 50 детей 29 (58%) составляли мальчики и 21 (42%) девочки.

Возрастная структура пациентов и частота встречаемости патологических состояний представлена виде рис. 1.

Как видно из представленного рис. 1, с возрастом количество встречаемости хронических синуситов возрастает.

Из обследованных 50 детей 15 (30%) были с двусторонним гнойным гайморэтомидитом, 10 (20%) с гнойным гемисинуситом, 4 (8%) — гнойным полисинуситом, 21 (42%) гнойным пансинуситом.

Пациенты были разделены на 2 группы: 1 группа — контрольная (25 детей); 2 группа — основная (25 детей).

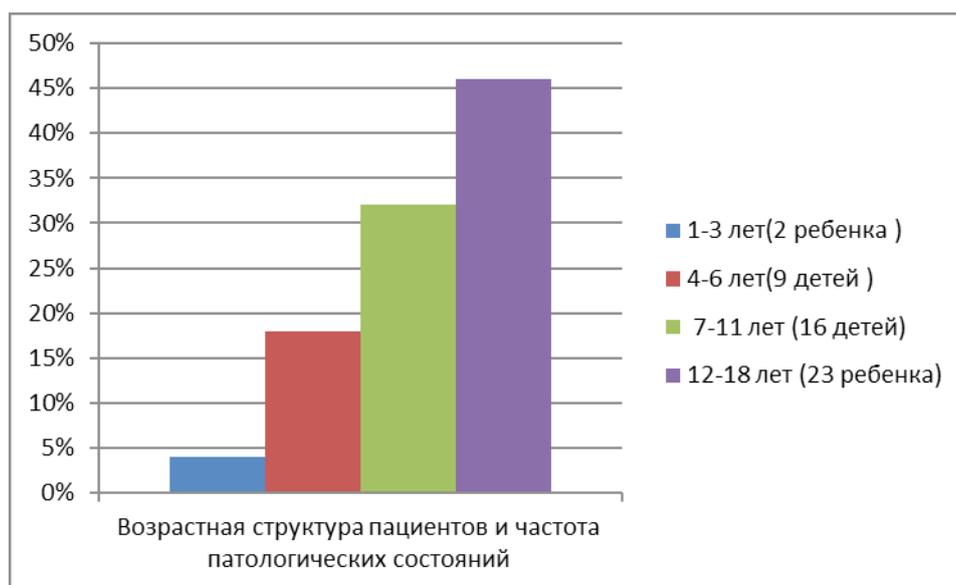


Рис. 1.

Проведено клинико-лабораторное обследование и была проанализирована частота наиболее значимых выделяемых возбудителей у детей с хроническими гнойными синуситами.

Видовая идентификация показала подавляющее преимущество в посевах у больных хроническими гнойными синуситами патогенных стрептококков и стафилококков над другими микроорганизмами.

Грамположительные:	кол-во	%
Staphylococcus epidermidis	13	26
Staphylococcus aureus	6	12
Staphylococcus saprophyticus	1	2
Streptococcus haemolyticus	1	2
Streptococcus pneumonia	7	14
Streptococcus pyogenes	3	6
Enterococcaeae spp.	1	2
Corynebacteriaeae spp.	2	4
Грамотрицательные:		
Haemophilus influenzae	8	16
Haemophilus parainfluenzae	1	2
Klebsiella spp.	4	8
Pseudomonas maltophilia	2	4
Escherichia coli	1	2
Acinobakter spp	-	-
всего	50	100%

Высеивались **грамположительные:** чаще Staphylococcus epidermidis — 13 (26%) случаев, Staphylococcus aureus — 6 (12%), Streptococcus pneumonia 7 (14%), Streptococcus pyogenes 3 (6%), реже Corynebacteriaeae spp. 2 (4%), Streptococcus haemolyticus 1 (2%), Enterococcaeae spp 1 (2%).

Из **граммотрицательных:** чаще Haemophilus influenza 8 (16%), Klebsiella spp 4 (8%), реже Pseudomonas maltophilia 2 (4%), Haemophilus parainfluenzae 1 (2%), Escherichia coli 1 (2%).

Изучены также наличие в содержимом при синуситах ассоциации различных микроорганизмов.

На посевах в основном преобладала монокультура возбудителей (до 72%).

Обнаруженные ассоциации микроорганизмов характеризовались преимущественно наличием одного патогенного возбудителя и остальными условно патогенными.

При изучении чувствительности основных микроорганизмов к наиболее широко употребляемым антибиотикам показало следующее:

Staphylococcus epidermidis был резистентен к бензилпенициллину, клиндамицину и оксациллину, высокочувствителен к амоксициллину, цефтриаксону, цефотаксиму, ципрофлоксацину-100%, сохраняет чув-

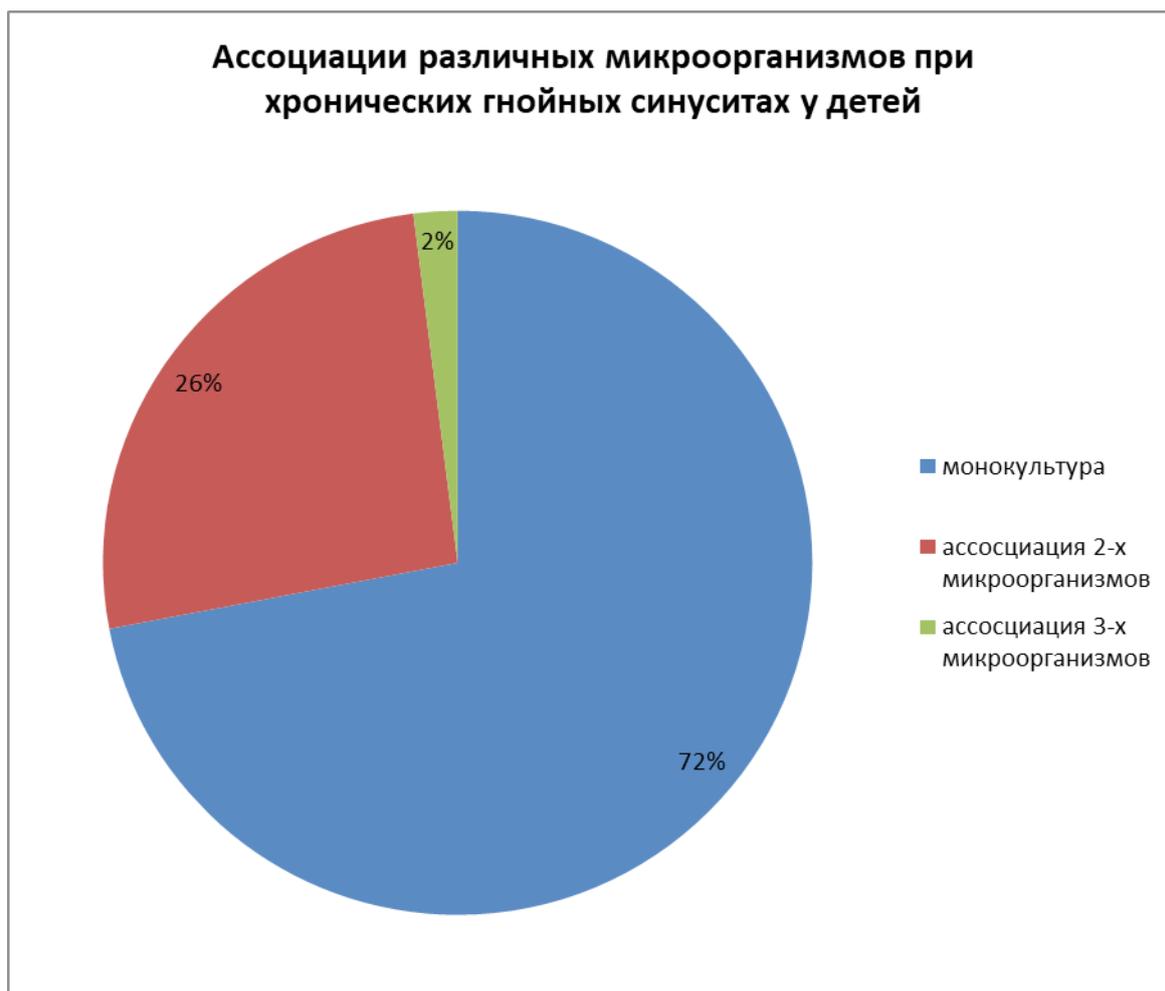


Рис. 2. Ассоциации различных микроорганизмов при хронических гнойных синуситах у детей.

ствительность к эритромицину-25%, тетрациклину-50%. *Staphylococcus aureus* чувствителен к бензилпенициллину 16%, амоксициллину-26% эритромицину 88%, клиндамицину-100% и оксациллину 63,6%, высокочувствителен к, цефтриаксону 100%, цефотаксиму, ципрофлоксацину-100%. *Streptococcus pneumoniae* сохраняло чувствительность к ампициллину +сульбактаму 95%, эритромицину-85%, цефтриаксону 100%, цефотаксиму-85%, клиндамицину 92%. *Haemophilus influenzae* оказалось высокочувствительными ко всем антибиотикам: ампициллину 68%, ампициллину+сульбактаму 91%, эритромицину-85%, цефтриаксону 100%, цефотаксиму-85%, клиндамицину 92%. *Klebsiella* spp. губительно

действовало: эритромицин-85%, цефтриаксон-100%, цефотаксим-85%, клиндамицин — 92%, ципрофлоксацин-100%.

Исходя из результатов анализа чувствительности микрофлоры, патогенетически обоснованно было назначены те или иные антибактериальные препараты.

Определение концентрации иммуноглобулинов трех основных классов в сыворотке крови (Ig G, A, M), обследуемых нами детей до лечения выявило снижение Ig G по сравнению с показателем, принятым за норму в обеих клинических группах (в контрольной группе до $7,32 \pm 0,2$, в основной группе до $7,43 \pm 0,15$). Концентрация Ig A и M находились в рамках нормальных показателей.

	Контрольная группа (n=25)			Основная группа (n=25)		P
	норма	до лечения	после лечения	до лечения	после лечения	
Ig G	8,6±14,6	7,32±0,2	9,46±0,3	7,43±0,15	10,21±0,31	P ₁ <0,001 P ₂ <0,001 P ₃ >0,05
Ig A	1,13±1,67	1,12±0,05	1,25±0,04	1,10±0,05	1,31±0,04	P ₁ >0,05 P ₂ <0,01 P ₃ >0,05

Ig M	0,72±1,26	0,81±0,05	0,82±0,06	0,79±0,05	0,82±0,06	P ₁ >0,05 P ₂ >0,05 P ₃ >0,05
------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	--

n — число наблюдений в каждой группе, и p — уровень значимости различий концентраций иммуноглобулинов сыворотки крови у детей обеих групп до и после лечения.

Первая группа детей получала общепринятую схему лечения, применяемую в оториноларингологии при лечении хронических гнойных синуситов:

1. Антибактериальное средство общего воздействия (внутримышечно или перорально)
2. Антигистаминные препараты.
3. Сосудосуживающие капли в нос.
4. Промывание носа и околоносовых пазух по Проэцу антисептическими растворами (фурациллин, физ. раствор и др.)
5. Физиопроцедуры.

Вторая группа больных — получала такую же схему лечения, но и в комплексном лечении больных был включен иммуномодулирующий препарат бронхо-мунал (по 1 капс. в день утром: натощак, за 30 мин до еды, в течение 10 дней).

При клиническом выздоровлении на фоне проводимой терапии отмечено достоверное (P₁<0,001) восстановление величины Ig G пациентов обеих клинических групп до показателей, принятых за норму. Изменение концентрации Ig A и M после лечения было незначительным и их величина в сыворотке крови по — прежнему находились в рамках нормы. Достоверных различий динамики Ig G, A, M сыворотки крови в зависимости от применяемых нами схем лечения выявлено не было.

Таким образом, после проведения лечения у обследуемых нами больных хроническими гнойными синуситом произошло восстановление всех изучаемых нами показателей общего иммунитета. Хотя все параметры в обеих клинических группах вошли в рамку нормы, следует отметить, что у больных в тактику лечения было включено иммуномодулирующий препарат бронхо-мунал по сравнению с традиционной схемой лечения данного заболевания привело к более быстрому восстановлению изучаемых показателей.

Литература:

1. Арефьева, Н.А. Механизмы реализации иммунного ответа в зависимости от способа введения беталейкина больным риносинуситом / Н.А. Арефьева, Л.Ф. Азнабаева // Съезд отоларинголар. «Современные проблемы оториноларингологии»: Тез. докл. — М., 2002. — с. 14–15.
2. Бабияк, В.И. Клиническая оториноларингология: Руководство для врачей / В.И. Бабияк, Я.А. Накатис-СПб.: Гиппократ, 2005г\$00 Ст-ил.
3. Гофман, В.А., Бондарук В.В. Новый подход к диагностике латентных синуситов //Российская ринология. — 1998. № 2. — с. 23–24.
4. Караулов, А.В., Ликов В.Ф. Иммунотерапия респираторных заболеваний: руководство для врачей. — М.: РАЕН, 2004.—34 с.
5. Карпова, Е.П. Местная антибактериальная терапия синусита у детей //1 Всероссийский конгресс «Современные технологии в педиатрии и детской хирургии» М. — 2002 — с. 239.
6. Козлов, В.С. Синуситы: современный взгляд на проблему/ В. С Козлов В.В. Шиленкова, А.А. Шиленков// Consilium medicum. — 2003. — Т5, № 4.1. С. 212–219.
7. Овчинников, А.Ю. Особенности лечения острого гнойного синусита, протекающего на фоне аллергических заболеваний дыхательной системы / А.Ю. Овчинников, И.Г. Купреенко, М.А. Панякина // Consilium medicum. — 2004.- № 6 (4).-С. 284–286.
8. Рязанцев, С.В. Принципы этиопатогенетической терапии острых синуситов: Метод, рекомендации / С.В. Рязанцев, Н.Н. Навуменко, Г.П. Захарова-СПб: ООО «РИА-АМН», 2003.—40 с.
9. Clinical features and characteristics of paranasal sinus effusion in allergic sinusitis / A. Suzuki, T. Suko, N. Sakamoto, // Nippon Jibinkoka Gakkai Kaiho.—1999.-Vol. 101, № 6. — P. 821–828.
10. Common polymorphisms in the coding part of the IL4-receptor gene / K Deichmann, J Bardutzky, J Forste et al. // Biochem. Biophys. Res. Commun. — 1997. Vol. 231. — P. 696–697.
11. Cytokine gene polymorphisms and the susceptibility to liver cirrhosis in patients with chronic hepatitis C / M. J. Bahr, M. Menuawy, K. HW. Boeker // Liver International. 2003. — Vol. 23 (6). — P. 420–425.
12. Hamilos, D. L. Chronic sinusitis / D. L. Hamilos // J. Allergy Clin. Immunol.—2000. — Vol. 106 (2). — P. 213–227.

Общая клинико-рентгенологическая и лабораторная характеристика отобранных для исследования пациентов, страдающих воспалительными заболеваниями пародонта

Ватаманюк Наталия Викторовна, ассистент

Буковинский государственный медицинский университет (г. Черновцы, Украина)

Начальным проявлением патологических состояний в околозубных тканях являются гингивиты, в частности, его генерализованные хронические формы, приводящие при длительном течении к развитию тяжелых деструктивных повреждений глублежащих костных структур альвеолярных отростков и быстрой и массовой потере зубов. Однако к настоящему времени недостаточно выясненными, а, следовательно, и наиболее важными в практическом аспекте, остаются механизмы, способствующие прогрессированию патологического процесса в десне и более глубоким повреждениям тканей пародонтального комплекса.

В комплексное обследование было включено 64 больных с хроническим катаральным гингивитом и 32 — с начальной степенью хроническим генерализованным пародонтитом, в возрасте от 18 до 36 лет.

При тщательном анализе заболеваний выявлено, что начальная степень хронического генерализованного пародонтита характеризовалась большей длительностью течения воспалительного процесса в десне, и это закономерно: она является следствием перехода гингивита в пародонтит.

Проведенные общепринятые клинические исследования по выявлению субъективной и объективной картины генерализованного катарального гингивита и начальной степени хронического генерализованного пародонтита показали, что на момент поступления в клинику типичными жалобами у тех и других были жалобы на кровоточивость десен и слабую их болезненность при чистке зубов и прием твердой пищи, неприятные ощущения в области маргинальной части десны. При визуальном осмотре установлено, что воспалительные явления в десневых тканях носили генерализованный характер, наибольшую выраженность имели в области фронтальных зубов верхней и нижней челюсти. Анализ рентгенологических изменений у больных генерализованным гингивитом выявил лишь истончения кортикальной пластинки в 6,2% случаев. Прерывности целостности компактной пластинки верхушек межзубных альвеолярных перегородок не отмечено у всех пациентов. У всех больных с начальной степенью генерализованного пародонтита регистрировалась деструкция кортикальной пластинки, замыкающих альвеолярные гребни, чаще в области нижних фронтальных зубов, сочетающееся с прерывистостью ее в области зубов верхней челюсти у 46,9% пациентов.

Таким образом, полученные и проанализированные данные индексной оценки состояния десневых тканей при

хроническом генерализованном катаральном гингивите и начальной степени хронического генерализованного пародонтита свидетельствуют о том, что при этих заболеваниях воспалительный процесс в десне имеет идентичную активность и распространенность.

При изучении состава микрофлоры проведенные исследования показали, что хронический генерализованный катаральный гингивит с длительностью течения до 3-х лет и начальная степень хронического генерализованного пародонтита характеризуется определенными различиями в этиологической структуре.

При культуральном исследовании у пациентов, страдающих генерализованным катаральным гингивитом до 3-х лет регистрировался достоверно более высокий уровень условно-патогенных видов бактерий в зубо-десневой бороздке по сравнению больным начальной степенью пародонтита и группой здоровых. В положительных посевах бактериального материала, взятого у этих больных хроническим генерализованным гингивитом, в основном выявлялась аэробная микрофлора, среди которой приоритетное значение имели условно — патогенные микроорганизмы, частота выявления которых в десневой эко- нише резко возросли.

Заключительный анализ полученных микробиологических результатов также свидетельствует о том, что главным микробным фактором возникновения хронического катарального гингивита выступает не один отдельно взятый микроб, а ассоциация трех и более. Это в свою очередь доказывает полиморфизм микроорганизмов, обнаруженных при обследовании этих пациентов.

Полученные в ходе исследований результаты указывали, на идентичную направленность изменений в нестимулированной слюне содержания SIgA, IgA, IgM и IgG у пациентов, страдающих хроническим генерализованным гингивитом и начальной степенью хронического генерализованного пародонтита.

Согласно современных взглядов в основе патогенеза воспалительно — деструктивных процессов любой локализации может лежать нарушения синтеза интерлейкинов. Поскольку интерлейкины обладают различными биологическими эффектами, нами с целью поиска иммунологических критериев, которые объективно отражали начало резорбтивного процесса в костных структурах пародонта при длительно текущем инфекционно-воспалительном процессе в десневых тканях было изучено содержание основных регуляторных цитокинов ИЛ-1, ФНО- и ИЛ-4 в смешанной слюне у 31 больного хроническим генерали-

зованным катаральным гингивитом и у 32 больных с начальной степенью генерализованного пародонтита — у которых заболевание десны было продолжительным.

Близкие результаты были получены при изучении противовоспалительного цитокина у длительно болеющих хроническим генерализованным катаральным гингивитом и у больных страдающих начальной степенью хронического генерализованного пародонтита. Его концентрация в ротовой жидкости тех и других нарастала мало активно, но в среднем, также была достоверно выше, чем у здоровых и, в еще большей степени, чем у лиц с более коротким сроком течения гингивита.

Допустимо, что незначительное повышение в ротовой жидкости противовоспалительного ИЛ-4 можно рассматривать как недостаточную компенсаторную реакцию, не способную ингибировать опосредованную остеокластерами резорбцию костной ткани посредством повышения внутриклеточного кальция в остеобластах. Нельзя исключать, что увеличение концентрации ИЛ-1 β на фоне некоторого повышения уровней содержания ФНО- α и ИЛ-4 у больных с начальной степенью генерализованного пародонтита не только является важным диагностическим тестом, но и является ранним маркером резорбтивного процесса в костных структурах пародонта. Для подтверждения выдвинутого предположения у 64 больных хроническим

генерализованным катаральным гингивитом с различной продолжительностью заболевания, у 32 больных страдающих начальной степенью генерализованного пародонтита проведено исследование в слюне уровней С — терминального пептида коллагена I типа (β -Cross-Laps) маркера костной деструкции остеомаатрикса костной ткани.

Согласно данным у пациентов с хроническим генерализованным катаральным гингивитом отмечено повышение уровней содержания в ротовой жидкости уровней β -Cross-Laps соответственно нарастанию длительности течения заболевания. Причем, при анализе индивидуальных показателей маркера резорбции костной ткани установлено отсутствие повышения его уровней у всех больных хроническим генерализованным катаральным гингивитом с продолжительностью течения до 3-х лет. При длительности заболевания свыше 4-х лет изменение концентрации β -Cross-Laps в сторону повышения регистрировались в большей половине исследуемых.

Полученные сведения позволяют отметить, что повышение в ротовой жидкости маркера резорбции костной ткани β -Cross-Laps у больных длительно текущим хроническим генерализованным катаральным гингивитом, без рентгенологических признаков деструктивного процесса в межзубных альвеолярных перегородках, следует рассматривать одним из предвестников перехода гингивита в пародонтит.

Вторичная профилактика болезней системы кровообращения: современный взгляд на актуальную проблему

Супрунюк Вероника Валерьевна, студент;
Жуковская Антонина Николаевна, студент;
Шункевич Ксения Александровна, студент;
Полякова Елизавета Олеговна, ассистент;
Громоздова Маргарита Васильевна, студент;
Запрудский Константин Сергеевич, студент

Белорусский государственный медицинский университет (г. Минск, Беларусь)

Актуальность. Болезни системы кровообращения (БСК) остаются актуальной проблемой практического здравоохранения. Каждый год около трети взрослого населения обращаются к врачу по поводу БСК. Существует большая разница в уровне пораженности БСК и смертности от них, описаны половые особенности, высокая смертность мужчин трудоспособного возраста. В последнее время пораженность взрослого населения выросла в 2,3 раза, что ведет к инвалидности и временной утрате трудоспособности, сопровождается большими экономическими потерями. Также депрессия и стрессовые состояния, которые часто сопровождают БСК, влияют на течение и эффективность проводимой терапии. Профилактическое консультирование в первичном звене здравоохранения имеет свои недочеты, в результате чего люди часто не владеют достаточной ин-

формацией о своей болезни. *Стала актуальной разработка эффективной модели вторичной профилактики избыточной смертности от БСК, которая будет приемлема в условиях стационарного лечения. Целесообразно сравнение интенсивных показателей проводить с учетом коррекции на данные различия, так как присутствует разница в структуре населения по возрасту. А показатель летальности от отдельных болезней может стать одним из критериев сравнительной оценки работы органов и организаций здравоохранения.*

Цель: оценить качество профилактики, а также влияния стрессовых факторов на развитие болезней системы кровообращения; разработать и обосновать системы эффективной немедикаментозной профилактики и восстановительного лечения.

Материалы и методы. В исследовании принимали участие 53 пациента (26 мужчин, 27 женщин), страдающих ИБС. Средний возраст выборки составил 65 лет (мужчины 62,9 лет, женщины 67,32 лет). Исследование проводилось в 4 этапа: 1) индивидуальное консультирование по профилактике болезни; 2) оценка адаптивных реакций и их связь с личностными и поведенческими особенностями пациента, определяющими его стрессоустойчивость; 3) разработка профилактической и психологической программы по нормализации качества жизни; 4) проверка и обобщение результатов. На первом этапе определялось общее количество пациентов, охваченных профилактическим консультированием по поводу своей болезни. Второй этап: оценивались знания пациентов об особенностях своего заболевания. Определялся уровень стресса с использованием шкалы психологического стресса Ридера, тревоги и депрессии с использованием госпитальной шкалы HADS. На третьем этапе пациенты были разделены на две группы: экспериментальную (ЭГ) и контрольную (КГ). В ЭГ вошли 25 пациентов, принявших участие в нашей профилактической и психологической работе. В КГ вошло 28 пациентов, которые получали только медикаментозную помощь. В рамках программы разрабатывались «школы

здоровья», в которых пациентам кратко и доступно рассказывалось об ИБС, инфаркте миокарда, основах рационального питания, мерах профилактики развития сопутствующих заболеваний. Четвертый этап: проверка и обобщение результатов, достигнутых после проведения профилактических и психологических занятий.

Результаты и их обсуждение. Во время проведения исследования была выявлена низкая осведомленность пациентов об уровнях глюкозы (46%) и холестерина (28%). При этом у мужчин этот показатель ниже, чем у женщин. Также 14,5% измеряет давление только у врача, 19,9% — не измеряет, 17% — измеряет при плохом самочувствии. По мнению пациентов, их лечение направлено на снижение количества приступов (70%), а не на снижение риска осложнений (35,7%) и улучшение качества жизни (33,9%). Также многие пациенты, не считают обязательным соблюдать рекомендации по диете, курят, злоупотребляют алкоголем, имеют низкую физическую активность.

62% пациентов с ИБС были подвержены выраженному стрессу, но, несмотря на то, что у мужчин он встречался несколько чаще, чем у женщин, разница не достигала статистической значимости ($p > 0,05$).

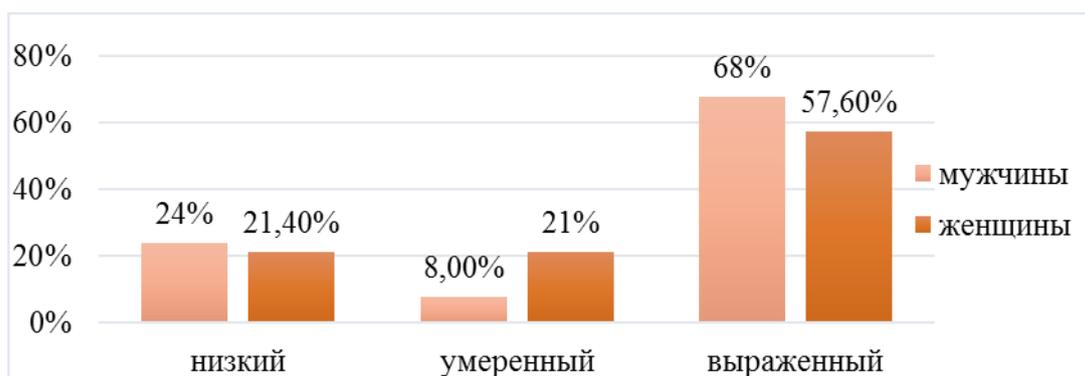


Рис. 1. Уровень подверженности к стрессу в когорте мужчин и женщин с ИБС

При сравнении уровня стресса между мужчинами и женщинами разница также не достигла статистической значимости ($p > 0,05$).

Каждый третий пациент (29%) был подвержен субклинически выраженной тревоге.

Статистическая разница между мужчинами и женщинами не выявлена ($p > 0,05$).



Рис. 2. Степени тревоги в когорте мужчин и женщин с ИБС

В 80% случаев выявлялась депрессия различной степени выраженности. Между мужчинами и женщинами также не выявлены статистические различия ($p > 0,05$).

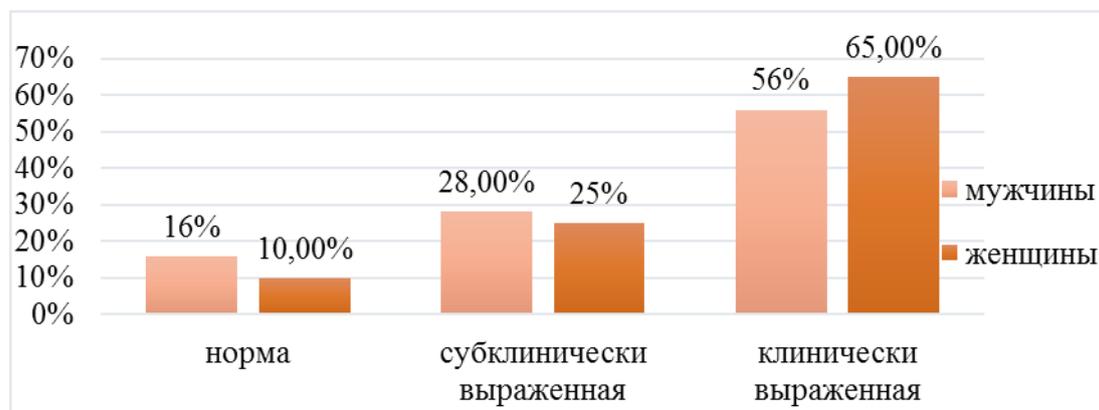


Рис. 3. Степень депрессии в когорте мужчин и женщин с ИБС

После проведения занятий результаты значительно изменились:

Уровень стресса в экспериментальной группе снизился по сравнению с контрольной ($p < 0,05$).

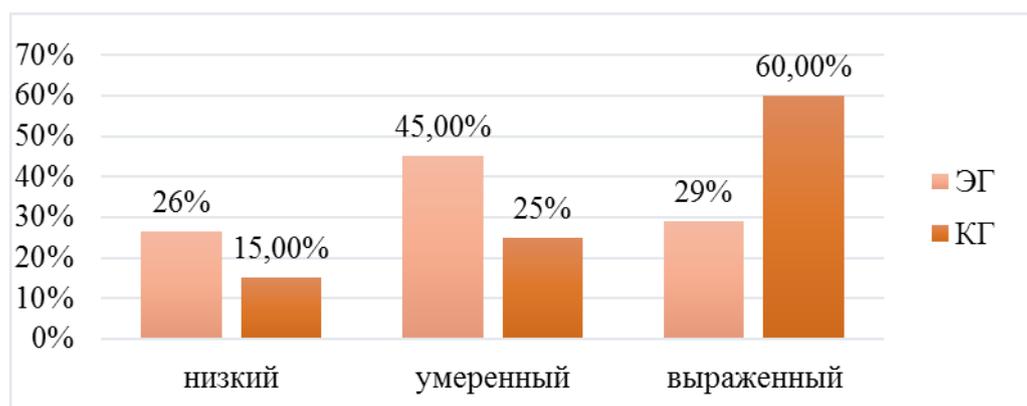


Рис. 4. Оценка подверженности стрессу в экспериментальной и контрольной группах

Уровни тревоги ($p < 0,05$) и депрессии ($p < 0,05$) также изменились по сравнению с контрольной группой.

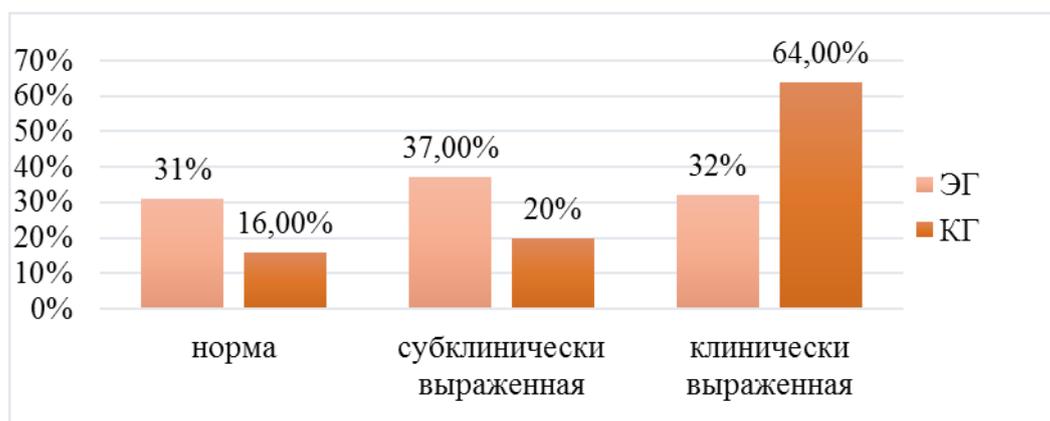


Рис. 5. Оценка степени тревоги в экспериментальной и контрольной группах

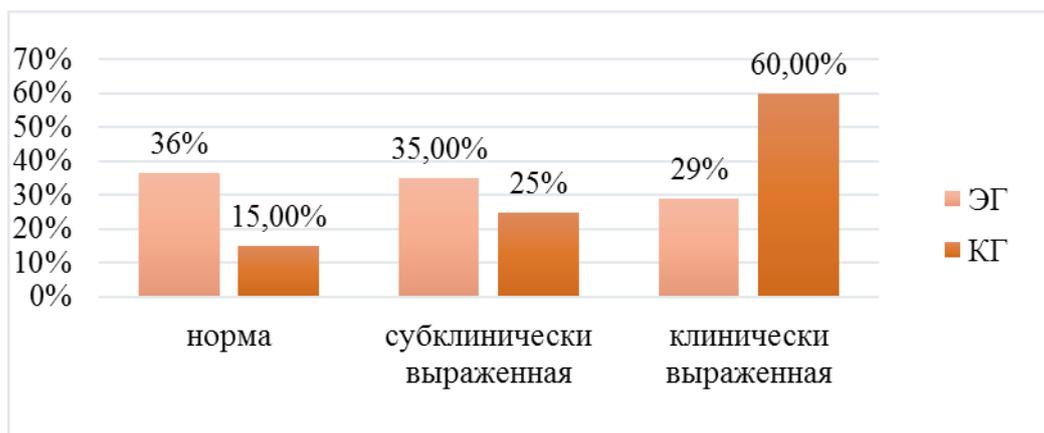


Рис. 6. Оценка степени депрессии в экспериментальной и контрольной группах

Выводы

1. Доказано влияние депрессии, стресса, тревоги, других психических расстройств и особенностей личности в развитии болезней системы кровообращения.

2. Выявлен низкий охват профилактическим консультированием пациентов с болезнями системы кровообращения. В связи с этим нужно разрабатывать эффективные

формы группового консультирования для профилактики и коррекции основных факторов риска развития заболеваний.

3. Разработан комплекс реабилитации пациентов с ИБС, включающий беседы на тему ИБС и рационального питания. Доказана эффективность данного комплекса в реабилитации больных с ИБС.

Литература:

1. Задачи и перспективы профилактики сердечно-сосудистых заболеваний в Республике Беларусь // РНПЦ Кардиология. URL: http://www.cardio.by/statyasadorenko_page/.
2. Аронов, Д. М. Лечение и профилактика атеросклероза. — М.: Триада-Х, 2000. — 412 с.
3. Гоштаутас, А. А. Изучение особенностей личности в профилактических исследованиях ишемической болезни сердца // Первичная психологическая профилактика и реабилитация больных ИБС. Вильнюс, 1982. с. 25–36
4. Сердечно-сосудистые заболевания // Всемирная организация здравоохранения. URL: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs317/ru/>.

Нейроциркуляторная дистония в подростковом возрасте

Тухватулина Элина Равильевна, ассистент;

Шукурхужаева Дилфузахон Норхужа кизи, студент
Ташкентский педиатрический медицинский институт (Узбекистан)

Актуальность: По определению ВОЗ, подростковый возраст является периодом роста и развития человека, который следует после детства и длится до достижения зрелого возраста, то есть с 10 до 19 лет. Это один из критических переходных периодов жизненного цикла, для которого характерны бурные темпы роста. [1]. По данным нового доклада Всемирной организации Здравоохранения (ВОЗ) и партнеров, ежедневно умирает более 3000 подростков в год, или 1,2 миллиона подростков в год, от причин, которые в значительной мере являются предотвратимыми. На сегодняшний день среди подростков сердечные недуги составляют около 36% от всех прочих хронических, прочно обосновавшись на первом месте по

причинам смертности. [2]. Наиболее распространенной патологией среди лиц подросткового возраста является нейроциркуляторная дистония. Нейроциркуляторная дистония (НЦД) является мультифакториальным заболеванием, возникающим, как правило, на фоне стрессовых ситуаций, ведущих к нарушению нейрогуморальной и эндокринной регуляции мышечного тонуса преимущественно в структурах сердечно-сосудистой системы и проявляющимся множеством разнообразных клинических симптомов и синдромов. По данным ряда авторов, НЦД или вегетативно-сосудистая дистония (ВСД) является функциональным заболеванием, в основе которого лежат нарушения нейродинамического вегетативного ре-

гулирования внутренних органов и сосудов. НЦД, проявляющаяся в подростковом возрасте (10–20 лет) при воздействии факторов риска может привести к развитию ишемической болезни сердца, атеросклероза или артериальной гипертензии уже в молодом возрасте. [3].

Цель исследования: Нашей целью стало выявление среди лиц подросткового возраста нарушений нейродинамического вегетативного регулирования внутренних органов и сосудов с выделением этиопатогенетических звеньев, ответственных за формирование вегетативной дисрегуляции и требующих лечения. Разработать меры по профилактике факторов, провоцирующих развитие данной патологии.

Материалы и методы исследования: Было проведено комплексное обследование 50 подростков в возрасте от 12 до 17 лет, учащихся 7–11 классов школ Мирзо-Улугбекского района, методом случайной выборки при отсутствии у них «активных» жалоб. Клинико-функциональные особенности подростков выясняли с помощью специально составленных анкет, адаптированных для данного возраста, оценивали уровень физического развития и физической адаптации методом антропометрии, определении индекса массы тела, применения проб с динамической нагрузкой (велоэргометрия), электрокардиографии. Также были использованы функциональные нагрузочные пробы Штанге и Генча.

Результаты: В ходе анкетирования были выявлены жалобы: при НЦД по гипотоническому типу отмечались вегетативные кризы, сопровождающиеся обмороком в 16,4% случаев, которые возникали чаще на фоне эмоционального перенапряжения, испуга, длительного ортостаза с кратковременной потерей сознания. При НЦД по гипертоническому типу подростки чаще предъявляли жалобы на головную боль, умеренного, давящего или пульсирующего характера, возникающую после физической или психоэмоциональной перегрузки, «мелькание мушек» перед глазами, которые исчезали после отдыха. У подростков с НЦД по кардиальному типу отмечались боли в области сердца различного характера и продолжительности (от колющей до давящей, от нескольких секунд до минут и часов), различной локализации. Часто ее провоцирующим фактором оказывалось нервно-психическое или физическое перенапряжение. По ЭКГ исследованиям у 22, 5% подростков установлены функциональные нарушения сердечно — сосудистой системы, что увеличивает риск развития сердечно — сосудистой патологии на 32, 7 R раза. Установлены прямые взаимосвязи систолического и диастолического артериального давления с показателями рост к возрасту, вес к возрасту. Снижение показателей внешнего дыхания по данным пикфлоуметрии и функциональным нагрузочным пробам (Штанге и Генча) были отмечены у 40, 0% подростков. Анализ индекса массы тела указал на частоту встречаемости избыточного веса у подростков в возрасте 13–15 лет, причем мальчики страдали 1,7 раза чаще избыточным весом. По данным велоэргометрии в 83,3% случаев наблюдалась низкая толерантность к физической нагрузке и в 45,6% случаев установлен неблагоприятный тип гемодинамики — гипокINETический. При изучении закономерности в характере наблюдаемых изменений на уровне кардио-респираторной выявлены взаимосвязи показателей пикфлоуметрии с возрастом, ИМТ и ЭКГ. С профилактической целью всем подросткам с НЦД было назначено комплексное лечение с учетом типа вегетативной регуляции и выраженности клинико-функциональных нарушений сердечно-сосудистой системы. Базисная терапия состояла из немедикаментозных средств в виде увеличения продолжительности сна и дневного отдыха, включение утренней зарядки. Так, при НЦД по гипотоническому типу рекомендовали занятия танцами, теннисом, шейпингом. При НЦД по гипертоническому типу — плавание, ходьба. При НЦД по кардиальному типу: медленный бег, плавание, бадминтон, некоторые виды восточных единоборств. Лицам с НЦД по гипотоническому типу проводили массаж икроножных мышц, кистей рук и общий массаж. При НЦД по гипертоническому типу — массаж по зонам позвоночника и шейно-воротниковой области, а при НЦД по кардиальному типу — общий массаж, головы и воротниковой зоны.

Вывод: Для профилактики и скрининга ранней манифестации кардиореспираторных нарушений у подростков, рекомендуется мониторинг показателей ЭКГ исследований, велоэргометрии, пикфлоуметрии, проведение функциональных нагрузочных проб. Важным условием профилактики развития нейроциркуляторной дистонии у подростков является нормализация режима дня, исключение психического и физического перенапряжения. Рекомендовано создание «Школ Здоровья для подростков и их родителей», в которых подростки будут разделены на группы, во всех возрастных группах будут рекомендованы занятия спортом, под обязательным врачебным контролем. Важна пропаганда здорового образа жизни, исключая в частности курение и другие вредные привычки. Здоровье подрастающего поколения — Залог счастливого будущего!

Вывод: Для профилактики и скрининга ранней манифестации кардиореспираторных нарушений у подростков, рекомендуется мониторинг показателей ЭКГ исследований, велоэргометрии, пикфлоуметрии, проведение функциональных нагрузочных проб. Важным условием профилактики развития нейроциркуляторной дистонии у подростков является нормализация режима дня, исключение психического и физического перенапряжения. Рекомендовано создание «Школ Здоровья для подростков и их родителей», в которых подростки будут разделены на группы, во всех возрастных группах будут рекомендованы занятия спортом, под обязательным врачебным контролем. Важна пропаганда здорового образа жизни, исключая в частности курение и другие вредные привычки. Здоровье подрастающего поколения — Залог счастливого будущего!

Литература:

1. Всемирная организация Здравоохранения / Здоровье подростков//ВОЗ 2018 г.
2. Всемирная организация Здравоохранения / ВОЗ и партнеры рекомендуют действия для улучшения здоровья подростков//ВОЗ 2018 г.
3. А.А. Курочкин, В.В. Аникин, А.Ф. Виноградов, С.М. Кушнир./Нейроциркуляторная дистония у детей и подростков./2018 г.

4. Подростковая медицина: Руководство для врачей / Под ред. Проф. Л. И. Левина. — СПб.: Специальная литература, 1999. — 731 с.
5. Проблемы подросткового возраста (избранные главы) / Под ред. А. А. Баранова, Л. А. Щеплягиной, Москва. — 2003. — 477 с.
6. Румянцев, А. Г., Панков Д. Д. //Актуальные проблемы подростковой медицины. — М., — 2002. — 376 с.
7. Филип Райс, Ким Должин //Психология подросткового и юношеского возраста. — Издательский дом «Питер». — 2010. — 812 с.
8. Шестакова, И. Г., Симоновская Х. Ю. Нарушения менструального цикла в молодом возрасте: новые цели-проверенные средства // Информационный бюллетень № 5. — 2016. — 16 с.
9. Hall, G. S. Adolescence. N. Y.: Appleton, 1904. — Vol. 2. — P. 78.

Особенности состояния специфической мембранорецепции при осложненных пневмониях у детей раннего возраста

Умарова Маргуба Сайфутдиновна, ассистент;
Садирходжаева Азизахон Алавитдиновна, ассистент;
Турсунова Олия Абдурауфовна, ассистент
Ташкентский педиатрический медицинский институт (Узбекистан)

Ключевые слова: пневмония, вегетативная нервная система, адреналин, ацетилхолин.

Актуальность. Пневмония — это острый инфекционно-воспалительный процесс, поражающий преимущественно респираторный отдел легочной ткани, как правило, вызываемый бактериями, и проявляющийся разной степени выраженности симптомами: общей реакцией организма на инфекцию (признаки интоксикации — ухудшение общего состояния, аппетита, лихорадка и др.); локальными изменениями в легких при обследовании малыша (укорочение перкуторного тона, ослабление дыхания, хрипы); инфильтративными затемнениями на рентгенограммах, обусловленными заполнением альвеол экссудатом (воспалительной жидкостью); кашлем (у грудничков может и не быть); дыхательной недостаточностью — ДН (одышка, участие вспомогательной мускулатуры в акте дыхания и др.).

Заболеемость пневмониями составляет в год около 15–20 на 1000 детей первых трех лет жизни и примерно 5–6 случаев на 1000 детей старше 3 лет. Предрасполагающими факторами к развитию пневмонии у детей раннего возраста являются перинатальная патология, аспирационный синдром как следствие синдрома рвот и срыгиваний, врожденные пороки сердца, рахит, другие гиповитаминозы и дефицитные состояния, в том числе иммунодефициты. Фактором, непосредственно predisposing к развитию пневмонии, является охлаждение ребенка [6, с. 113].

Возбудители этого заболевания отличаются у детей разных возрастных групп. Различны они и у детей с измененным иммунитетом, ослабленных пациентов и находящихся на стационарном лечении. Подавляющее большинство внебольничных пневмоний — результат активации

эндогенной бактериальной флоры носоглотки, хотя возможно и экзогенное инфицирование. При острой респираторной вирусной инфекции (ОРВИ), охлаждении или действии других стрессорных факторов эта флора может «активироваться», приводя к развитию пневмонии. Наиболее частыми возбудителями пневмоний у детей в возрасте от 6 месяцев до 5 лет, которые заболели в домашней обстановке, являются пневмококк и гемофильная палочка. В эпидемические сезоны (август-ноябрь) возрастает значение микоплазмы, как возбудителя пневмонии у детей раннего дошкольного и школьного возраста. У подростков следует учитывать возможную роль хламидия пневмония как причинного фактора заболевания. Вирусы имеют значение в развитии пневмоний преимущественно у детей первого года жизни. У ослабленных детей со срыгиваниями и аспирацией желудочного содержимого, с муковисцидозом чаще причиной пневмонии является кишечная палочка, золотистый стафилококк, реже — *Moraxella (Branchamella) catharalis*. Пневмонии, вызванные микроорганизмом легионеллой, у детей встречаются нечасто. Следует иметь в виду и формы, вызванные грибами или микобактериями туберкулеза. Отдельно выделяют большую группу внутрибольничных пневмоний, которые развиваются у детей при госпитализации по поводу других заболеваний. Такие пневмонии вызываются либо «больничными» штаммами возбудителей, обычно высоко резистентными к антибиотикам (стафилококки, клебсиеллы, псевдомонас — синегнойная палочка, протей), либо аутофлорой самого больного. Их развитию способствует антибактериальная терапия, проводимая больному, поскольку она подавляет обычную легочную микрофлору, к которой

у ребенка есть та или иная степень иммунитета. В результате этого «открывается дорога» к заселению нижних отделов респираторного тракта чуждыми ему бактериями. Внутрибольничные пневмонии еще называют госпитальными, или «нозокомиальными», а развиваются они через 48 часов и позднее после госпитализации [7, с. 348].

Развитие детской пульмонологии за последнее десятилетие характеризуется интенсивным изучением особенностей состояния структурно-функциональной организации клеточных мембран при различных вариантах бронхолегочной патологии, в том числе и при осложненных пневмониях у детей раннего возраста. Это направление вполне обоснованно исходило из современных концепций патологии о признании ведущей роли структурно-функциональной дезорганизации клеточных мембран в генезе многих заболеваний, реализации их клинических проявлений и исходов [5, с. 36]. К настоящему времени уже накоплен достаточный объем информации об особенностях структурных преобразований клеточных мембран при осложненных пневмониях у детей раннего возраста. Однако, менее изучены аспекты функциональных параметров клеточных мембран при данной патологии, отсутствие информации о которых не способствует полноценному анализу аспектов дезорганизации мембранных комплексов. Все это предопределяет необходимость дальнейшего расширения исследований, направленных на изучение функциональных характеристик клеточных мембран при различной патологии, в том числе и при осложненных пневмониях у детей раннего возраста. При этом необходимо констатировать, что функциональные характеристики клеточных мембран во многом определяют общий адаптационный резерв организма, который в свою очередь находится под контролем ведущих механизмов вегетативной нервной системы. То есть функциональные характеристики клеточных мембран и состояние ведущих механизмов систем вегетативного обеспечения могут находиться в тесной взаимосвязи.

Цель исследования

Исходя из данных предпосылок в настоящей работе поставлена цель: исследовать состояние специфической мембранорецепции к медиаторам симпатического и парасимпатического отделов вегетативной нервной системы

ацетилхолину при осложненных пневмониях у детей раннего возраста.

Материал и методы исследования

В работе проведены клинические наблюдения и специальные исследования среди 42 детей раннего возраста, больных осложненными вариантами острой пневмонии. Характер осложнений пневмонического процесса у наблюдаемых больных был представлен токсическим синдромом, а также в сочетании с ДВС. Специальные исследования включали в себя:

1. Исследование кинетики взаимодействия клеточных мембран (на модели мембран эритроцитов) с ацетилхолином и адреналином с применением метода флуоресцентных зондов [2, с. 124]. В качестве специфического мембранотропного зонда в работе использован препарат хлортетрациклин (ХТЦ). Анализировались следующие показатели: а) достижение пика встраивания зонда в присутствие указанных препаратов; б) показатель интенсивности флуоресценции в динамике встраивания зонда в структуру мембран эритроцитов.

2. Состояние вегетативного обеспечения организма оценивалось методом кардиоинтервалографии [1, с. 32].

Результаты и обсуждение:

Результаты исследования кинетики взаимодействия мембранотропного зонда ХТЦ с мембранами эритроцитов в присутствие адреналина и ацетилхолина представлены в таблице. Как следует из данных таблицы № 1 в периоде разгара клинических проявлений пневмонии у детей имеет место более выраженная конкуренция адреналина перед ХТЦ в процессах встраивания в мембраны эритроцитов. Об этом свидетельствуют более высокие показатели времени встраивания зонда и интенсивности флуоресценции у больных детей относительно нормальных величин ($p < 0,001$). Параллельно в комплексе с ацетилхолином время встраивания зонда и показатели интенсивности при этом в периоде разгара клинических проявлений интенсивности незначительно отличались от нормативных показателей, отдельные показатели статистически достоверны.

Таким образом, структурная организация клеточных мембран и соответственно, состояние специфической мембранорецепции у детей в периоде разгара клиниче-

Таблица 1. Показатели кинетики взаимодействия мембран эритроцитов с ацетилхолином и адреналином при осложненных пневмониях у детей раннего возраста

Исследуемые	Величины показателей активности конкурентного взаимодействия ХТЦ					
	время встраивания (мин)			интенсивность флуоресценции		
Медиаторы	дети здоровые	с пневмонией разгар ремиссия		дети здоровые	с пневмонией разгар ремиссия	
Адреналин	2,77±0,25	5,58±0,41*	4,46±0,31*	27,2±0,74	40,8±2,01*	34,19±1,85*
Ацетилхолин	2,50±0,15	2,6±0,21	3,04±0,16*	31,8±0,85	34,1±1,58	36,2±1,1*

Примечание: * достоверность различия ($p^* 0,05$ и менее) между анализируемыми показателями у здоровых и больных детей

ских проявлений пневмоний более адекватно настроена на восприятие симпатoadреналовых влияний на висцеральные структуры. Данное положение подтверждается и результатами исследования функционального состояния ведущих механизмов вегетативного обеспечения организма у детей, а именно в периоде разгара патологии у детей значительно повышаются величины АМо ($59,1 \pm 2,8$, у здоровых $45,36 \pm 1,72$ $p < 0,01$) характеризующих функциональную напряженность симпатoadреналовых механизмов.

Достижение клинической ремиссии характеризуется большей активностью за специфическую мембранорепреципцию ацетилхолина, медиатора парасимпатического отдела ВНС. Это проявляется повышением значений времени встраивания зонда в структуру мембран эритроцитов в присутствии ацетилхолина и различия с нормой становятся статистически достоверным ($p < 0,01$). Подобное положение относится и к показателю интенсивности флуоресценции. На этом фоне конкуренция адреналина с мембранным зондом уменьшается, что и проявляется уменьшением относительно исходных величин показателей времени встраивания зонда и интенсивность флуо-

ресценции. Это также находит свое подтверждение по результатам КИГ, которые свидетельствуют о повышении значений *Х ($0,053 \pm 0,006$, у здоровых $0,132 \pm 0,011$, $p < 0,001$) и Мо ($0,38 \pm 0,019$, у здоровых $0,499 \pm 0,014$, $p < 0,001$) характеризующих функциональное состояние парасимпатических и нейрогуморальных механизмов.

Выводы

Таким образом функциональное состояние клеточных мембран не является стационарным, оно четко ассоциируется с фазами инфекционно — воспалительного — пневмонического процесса, которые в свою очередь детерминированы функциональным состоянием ведущих механизмов ВНС. Полученные результаты на клеточном уровне убедительно подтверждают концепцию о тесной взаимосвязи структурно-функциональной организации клеточных мембран и функционального состояния ведущих механизмов ВНС в реализации адаптивных процессов в организме больных детей. Данное положение раскрывает перспективу расширения терапевтических воздействий на пневмонический процесс, через систему вегетативного управления висцеральными компонентами организма больных детей.

Литература:

1. Баевский, Р.М., Кириллов О.И., Клецкий С.З.. Математический анализ изменений сердечного ритма при стрессе. — М.: Наука, 2004. — с. 32—36.
2. Крылов, В.И., Жмуров В.А., Петрушина А.Д. и др. Исследование кинетики взаимодействия клеточных мембран с флуоресцентными зондами при заболеваниях почек. *Лабораторное дело*, 2004. — № 2. — с. 124—126.
3. Владимиров, Ю.А., Добрецов Г.Е. Флуоресцентные зонды в исследовании клеточных мембран. Москва, «Наука», 2006. — 320 с.
4. Иванова, В.В. Говорова Л.В., Тихомирова О.В., Кветная А.С., и др. Особенности биохимических изменений в клетках и плазме крови у детей с ОРВИ и бактериальными пневмониями // *ПЕДИАТРИЯ* (им. Г.Н. Сперанского). 2004. — № 5. — С-38—43.
5. Метаболические аспекты патологии эритроцитарных мембран у детей, больных муковисцидозом // *ПЕДИАТРИЯ* (им. Г.Н. Сперанского). 2010. — № 4. — С-36—39.
6. Практическая пульмонология детского возраста / Под ред. В.К. Таточенко. М., 2000, с. 113—138.
7. Шабалов, Н.П. Детские болезни. СПб: Питер, 2002, с. 348—408.

Острый гестационный пиелонефрит: факторы риска развития, критерии диагностики, направления в лечении

Шериева Альбина Юрьевна, студент

Северо-Осетинская государственная медицинская академия (г. Владикавказ)

Цирхова Амиля Казбековна, студент

Кабардино-Балкарский государственный университет имени Х. М. Бербекова (г. Нальчик)

Панагов Залим Григорьевич, студент

Северо-Осетинская государственная медицинская академия (г. Владикавказ)

В статье приведены результаты исследования особенностей течения и лечения 13 случаев острого гестационного пиелонефрита в отделении нефрологии ГБУЗ «Республиканская клиническая больница» (г. Нальчик). Также обсуждены вопросы клиники, диагностики и современного лечения; сделаны соответствующие выводы.

Ключевые слова: пиелонефрит, гестация, уретра, беременность, экскреторная урография.

Актуальность. По данным клинических наблюдений гестационный пиелонефрит отмечается у 1–12% беременных, а наличие камней в мочевых путях — у 0,03–0,8%. Гестационный пиелонефрит является серьёзным осложнением беременности, оказывает неблагоприятное влияние на течение беременности и физиологическое состояние плода. При данной патологии беременность осложняется развитием токсокоза у 41–50% женщин [1, с. 31], у 1/3 беременных наблюдается обострение хронического воспалительного процесса в почечной ткани. Чаще всего заболевание наблюдается у первобеременных в возрасте 18–25 лет во II триместре беременности. За последние 20 лет отмечается нарастание частоты патологии.

У беременных и у родильниц хронические пиелонефрит расценивается как гестационный, независимо от времени выявления. Кроме того, с развитием беременности и увеличением матки может произойти обострение пиелонефрита и учащение приступов почечной колики.

Этиопатогенез. Выделяют 4 основных факторов риска развития гестационного пиелонефрита:

- анатомио-физиологические особенности строения мочеполовой системы у женщин;
- инфекционные заболевания при беременности и до неё;
- нарушение уродинамики верхних мочевых путей;
- асимптомная бактериурия у беременных.

Выделяют также другие факторы, повышающие риск возникновения пиелонефрита: многоплодная беременность, многоводие, крупный плод, узкий таз.

Анатомио-физиологические особенности мочеполовой системы у женщин, способствующие развитию пиелонефрита:

- 1) Короткая и широкая уретра (женская уретра имеет длину 3–4 см, мужская — 17–18 см);
- 2) Близость уретры к естественным резервуарам инфекции (вагалище, анальное отверстие и др.);
- 3) Часто встречающийся (особенно у молодых) нефроптоз с нарушением уро- и гемодинамики (любое сме-

щение почки из своего естественного ложа приводит к нарушению положения как мочеточника, так и сосудов; в норме сосуды почечной ножки подходят на уровне I поясничного позвонка или I межпозвонкового диска; при опущении почки сосуды натягиваются нарушается артериальный приток и венозный отток; чем больше изменяется положение мочеточника, тем больше нарушается пассаж мочи);

4) Гормональный сдвиг в организме при беременности приводит к снижению тонуса стенки мочеточников и их дилатации застой мочи в верхних отделах мочевыделительной системы;

5) Недоразвитие в детстве пузырно-мочеточникового соустья, что приводит к появлению пузырно-мочеточникового рефлюкса.

При беременности чаще поражается правая почка: острый правосторонний пиелонефрит у беременных отмечается в 65,2% случаев, левосторонний — в 21,9%, двусторонний — в 12,9% случаев [2, с. 203].

Частое правостороннее поражение почки обусловлено следующими факторами:

- отклонение беременной матки вправо и поворот вокруг продольной оси;
- синдром яичниковой вены — пересечение правой яичниковой вены, которая впадает в нижнюю полую вену, с правым мочеточником на уровне *linea terminalis* (левая яичниковая вена впадает в почечную вену и идет параллельно левому мочеточнику); т. к. яичниковая вена и мочеточник проходят в одном соединительно-тканном месте, при расширении сосуда во время беременности мочеточник сдавливается;
- увеличение яичникового сплетения по мере роста матки;
- сдавление маткой глубоких вен таза, что приводит к значительному наполнению яичниковых сосудов.

В развитии пиелонефрита беременных большое значение имеет асимптомная бактериурия, которая наблюдается в 2/3 случаев и может перейти в клинически выраженную инфекцию мочевых путей.

Клиническая картина острого пиелонефрита характеризуется выраженным интоксикационным синдромом: температуры тела, потрясающий озноб, головная боль, тошнота, рвота, общее недомогание, учащение пульса.

Болевой синдром в различные сроки беременности выражен неодинаково:

1) В I триместре беременности отмечается выраженная боль в поясничной области с иррадиацией в нижние отделы живота, наружные половые органы и напоминает почечную колику;

2) Во II и III триместрах боль неинтенсивная, что объясняется дилатацией верхних мочевых путей и снижением внутривнутрилоханочного давления в этом периоде. Здесь уже преобладают признаки общей интоксикации, почечно-печеночной недостаточности, сепсиса, стойкой артериальной гипотензии [3, с. 125].

Диагностика острого пиелонефрита при беременности затруднена. Пальпация почек малоинформативна из-за увеличенной матки. Рентгеновские и радионуклидные методы исследования противопоказаны.

Наибольшую диагностическую ценность имеет УЗИ, которое дает возможность одновременно оценить состояние почек матери и состояние плода; позволяет выявить расширение полостной системы почки, наличие конкрементов в мочевыводящих путях и изменения в паранефральной клетчатке.

УЗИ почек должно быть первым этапом в диагностике пиелонефрита беременных.

В ОАМ: бактериурия, лейкоцитурия, незначительная протеинурия, возможны микрогематурия и умеренная цилиндрурия. Появление макрогематурия является плохим прогностическим признаком и часто свидетельствует о деструкции сосочка почки — некротическом папилите.

В ОАК: лейкоцитоз со сдвигом лейкоцитарной формулы влево, появление юных форм нейтрофилов, токсическая зернистость нейтрофилов, анэозинофилия, умеренное снижение уровня Нв, значительное повышение СОЭ. При тяжелом течении заболевания и поражении обеих почек с развитием почечно-печеночной недостаточности в крови появляется азотемия и гипербилирубинемия [6].

Обязательным является посев мочи на стерильность и определение чувствительности к антибиотикам до начала антибактериальной терапии.

Экскреторная урография применяется в следующих ситуациях: двустороннее поражение почек, неясное анатомо-функциональное состояние противоположной почки и в тех случаях, когда стоит вопрос о жизни женщины.

Лечение острого гестационного пиелонефрита проводится в условиях стационара и может быть консервативным и хирургическим.

Особенности лечения пиелонефрита беременных определяются наличием нарушения уродинамики и возможности токсического воздействия лекарств на плод.

Современные направления лечения острого гестационного пиелонефрита:

— восстановление пассажа мочи с исследованием её на микрофлору и чувствительность к антибиотикам;

— интенсивная антибактериальная, инфузионная и дезинтоксикационная терапия с учётом возможного неблагоприятного воздействия на плод;

— установка стента;

— динамическое наблюдение урологом и акушером-гинекологом;

— замена стента через 1–1,5 месяца или ранее по показаниям.

При отсутствии нарушения уродинамики по данным УЗИ показано пребывание беременной в положении на здоровом боку с приподнятым ножным концом кровати и антибактериальная терапия. Однако на момент поступления в стационар у беременных, как правило, имеется ярко выраженная клиническая картина, требующая неотложного восстановления пассажа мочи [5].

Выбор антибактериальных препаратов, помимо общих критериев, определяется особенностью их фармакокинетики в организме матери и плода, способностью проникать через гемато-плацентарный барьер и сроком беременности. Наиболее высокий риск проявления эмбриотоксического и тератогенного действия отмечается в первые 3–10 недель беременности.

Для лечения чаще других используются полусинтетические пенициллины: оксациллин, ампициллин, ампиокс, карбенициллин, амоксициллин/клавуланат и др.

У беременных с тяжёлыми формами пиелонефрита используется мощная комбинированная антибактериальная терапия. В комплексе лечения используются препараты цефалоспоринового и аминогликозидного рядов.

Лечение гестационного пиелонефрита должно быть длительным. Если лечение проводится только в течение 2-х недель, то частота рецидивов составляет до 60%.

Материалы и методы исследования. Исследование было проведено в ГБУЗ «Республиканская клиническая больница» г. Нальчик. В отделении нефрологии на 48 коек на момент прохождения практики проходили лечение с гестационным пиелонефритом 6 пациенток. Для получения более развернутой картины исследования проведен анализ архивных историй болезни. Всего в исследовании и задействованы 13 историй болезни.

Цель исследования: изучение факторов риска развития и лабораторных показателей при гестационном пиелонефрите.

Результаты исследования. По возрасту пациентки были распределены по следующим группам:

— 18–25 лет — 2 (15, 4%);

— 26–35 лет — 8 (61, 5%);

— старше 35 лет — 3 (23, 1%).

По срокам беременности были следующие результаты:

— I триместр — 4 (30, 8%);

— II триместр — 8 (61, 5%);

— III триместр — 1 (7, 7%).

Изучены лабораторные показатели мочи и крови при гестационном пиелонефрите.

Таблица 1. Показатели мочи в норме и при гестационном пиелонефрите

Показатели мочи	Нормальные показатели	Результаты при исследовании
Цвет	соломенно-желтый	красно-коричневатый
Прозрачность	прозрачная	мутная
Запах	нерезкий	резкий
Реакция или pH	4–7	10,5
Плотность	1,012–1,022 г/л	1,010 г/л
Белок	0,033 г/л	0,084%
Глюкоза	до 0,8 ммоль/л	0,6 ммоль/л
Кетоновые тела	отсутствуют	—
Уробилиноген	5–10 мг/л	9,5 мг/л
Гемоглобин	отсутствует	отсутствует
Эритроциты	до 3-х в поле зрения	4,8
Лейкоциты	до 6-ти в поле зрения для женщин	7,3
	до 3-х в поле зрения для мужчин	5,1
Эпителиальные клетки	до 10-ти в поле зрения	13,4
Соли	отсутствуют	оксалаты в моче
Бактерии	отсутствуют	присутствуют

Таблица 2. Показатели крови в норме и при гестационном пиелонефрите

Показатели	Нормальные показатели	Результаты при исследовании
СОЭ	2,0–15,0 мм/ч	19,5
Гемоглобин	120–140 г/л	98,4
Эритроциты	$3,9–4,7 \cdot 10^{12}$ /л	4,3
Цветовой показатель	0,85–1,05%	0,92
Гематокрит	0,36–0,49	0,38
Тромбоциты	$180–320 \cdot 10^9$ /л	228,38
Лейкоциты	$4,0–9,0 \cdot 10^9$ /л	12,2
П/Я нейтрофилы	1,0–4,0%	5,14
С/Я нейтрофилы	40,0–72,0%	56,76
Лимфоциты	19,0–37,0%	21,14
Моноциты	3,0–11,0%	4,95

Заключение. Гестационный пиелонефрит чаще встречается у пациенток в возрасте 26–35 лет во II триместре беременности.

Для гестационного пиелонефрита характерным в анализах мочи является изменение цвета, прозрачности,

повышение лейкоцитов и белка. В крови больных гестационным пиелонефритом наблюдается лейкоцитоз, нейтрофильный сдвиг лейкоцитарной формулы влево за счет увеличения палочкоядерных форм и гипохромная анемия.

Литература:

1. Герасимович, Г.И. Пиелонефрит беременных // Здравоохранение. — Мн., 2010. — № 4. — с. 30–34.
2. Елисеев, О. М., Шехтман М. М. Беременность. Диагностика и лечение болезней сердца, сосудов и почек. — Ростов-на-Дону, 2007.
3. Лопаткин, Н. А., Шабад А. Л. Урологические заболевания почек у женщин. — М.: Медицина, 2005. — 240 с.
4. Нефрология. Руководство для врачей: в 2-х томах / Под ред. И. Е. Тареевой. — М.: Медицина, 2012. — Т. 2. — 416 с.
5. Серов, В. Н., Тютюнник В. Л. Гестационный пиелонефрит: диагностика, профилактика, лечение // РМЖ. 2013. № 1. с. 10.
6. Смирнова, Т. А. Гестационный пиелонефрит в современном акушерстве // Медицинский журнал. 2014. № 1 (7). с. 26–30.

МОЛОДОЙ УЧЁНЫЙ

Международный научный журнал
Выходит еженедельно
№ 11 (197) / 2018

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Главный редактор:

Ахметов И. Г.

Члены редакционной коллегии:

Ахметова М. Н.
Иванова Ю. В.
Каленский А. В.
Куташов В. А.
Лактионов К. С.
Сараева Н. М.
Абдрасилов Т. К.
Авдеюк О. А.
Айдаров О. Т.
Алиева Т. И.
Ахметова В. В.
Брезгин В. С.
Данилов О. Е.
Дёмин А. В.
Дядюн К. В.
Желнова К. В.
Жуйкова Т. П.
Жураев Х. О.
Игнатова М. А.
Калдыбай К. К.
Кенесов А. А.
Коварда В. В.
Комогорцев М. Г.
Котляров А. В.
Кошербаева А. Н.
Кузьмина В. М.
Курпаяниди К. И.
Кучерявенко С. А.
Лескова Е. В.
Макеева И. А.
Матвиенко Е. В.
Матроскина Т. В.
Матусевич М. С.
Мусаева У. А.
Насимов М. О.
Паридинова Б. Ж.
Прончев Г. Б.
Семахин А. М.
Сенцов А. Э.
Сенюшкин Н. С.
Титова Е. И.
Ткаченко И. Г.
Федорова М. С.
Фозилов С. Ф.

Яхина А. С.

Ячинова С. Н.

Международный редакционный совет:

Айрян З. Г. (Армения)
Арошидзе П. Л. (Грузия)
Атаев З. В. (Россия)
Ахмеденов К. М. (Казахстан)
Бидова Б. Б. (Россия)
Борисов В. В. (Украина)
Велковска Г. Ц. (Болгария)
Гайич Т. (Сербия)
Данатаров А. (Туркменистан)
Данилов А. М. (Россия)
Демидов А. А. (Россия)
Досманбетова З. Р. (Казахстан)
Ешиев А. М. (Кыргызстан)
Жолдошев С. Т. (Кыргызстан)
Игиснинов Н. С. (Казахстан)
Кадыров К. Б. (Узбекистан)
Кайгородов И. Б. (Бразилия)
Каленский А. В. (Россия)
Козырева О. А. (Россия)
Колпак Е. П. (Россия)
Кошербаева А. Н. (Казахстан)
Курпаяниди К. И. (Узбекистан)
Куташов В. А. (Россия)
Кыят Э. Л. (Турция)
Лю Цзюань (Китай)
Малес Л. В. (Украина)
Нагервадзе М. А. (Грузия)
Прокопьев Н. Я. (Россия)
Прокофьева М. А. (Казахстан)
Рахматуллин Р. Ю. (Россия)
Ребезов М. Б. (Россия)
Сорока Ю. Г. (Украина)
Узаков Г. Н. (Узбекистан)
Федорова М. С. (Россия)
Хоналиев Н. Х. (Таджикистан)
Хоссейни А. (Иран)
Шарипов А. К. (Казахстан)
Шуклина З. Н. (Россия)

Руководитель редакционного отдела: Кайнова Г. А.

Ответственный редактор: Осянина Е. И.

Художник: Шишков Е. А.

Верстка: Бурьянов П. Я., Голубцов М. В., Майер О. В.

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:

почтовый: 420126, г. Казань, ул. Амирхана, 10а, а/я 231;

фактический: 420029, г. Казань, ул. Академика Кирпичникова, д. 25.

E-mail: info@moluch.ru; <http://www.moluch.ru/>

Учредитель и издатель:

ООО «Издательство Молодой ученый»

ISSN 2072-0297

Подписано в печать 28.03.2018. Тираж 500 экз.

Отпечатано в типографии издательства «Молодой ученый», 420029, г. Казань, ул. Академика Кирпичникова, 25