

ДЕПАРТАМЕНТ ОБРАЗОВАНИЯ И МОЛОДЕЖНОЙ ПОЛИТИКИ
ХАНТЫ-МАНСИЙСКОГО АВТОНОМНОГО ОКРУГА – ЮГРЫ

БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
ХАНТЫ-МАНСИЙСКОГО АВТОНОМНОГО ОКРУГА – ЮГРЫ
«СУРГУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

НАУКА И ИННОВАЦИИ XXI ВЕКА

*Сборник статей по материалам
V Всероссийской конференции молодых ученых
30 ноября 2018 г.*

Том I

Сургут
Издательский центр СурГУ
2018

УДК 001(063)
ББК 72
Н 34

Н 34 **Наука и инновации XXI века**: сб. ст. по материалам V Всерос. конф. молодых ученых (г. Сургут, 30 ноября 2018 г.) : в 3 т. – Сургут. гос. ун-т. – Сургут : ИЦ СурГУ, 2018. – Т. 1. – 172 с.
ISBN 978-5-89545-495-4
ISBN 978-5-89545-495-4 (Т. 1)

Редакционная коллегия:

А. В. Ельников, д-р физ.-м. наук, профессор;
Д. А. Федоров, канд. тех. наук;
С. Н. Русак, д-р биол. наук, доцент;
Е. В. Севастьянова, канд. хим. наук, доцент;
В. П. Стариков, д-р биол. наук, профессор;
Д. А. Долгополова, канд. мед. наук;
А. С. Воробьев, канд. мед. наук, доцент;
Д. А. Вишняк, канд. мед. наук, доцент

В сборнике статей представлены материалы конференции, подготовленные на основе научных исследований молодых ученых – преподавателей и аспирантов Ханты-Мансийского автономного округа – Югры и других регионов Российской Федерации, а также Казахстана и Республики Беларусь. Публикации в первом томе посвящены актуальным вопросам физики, информационных технологий и технических наук, а также экологии, биологии, химии и медицины.

Материалы предназначены для научных работников, преподавателей, аспирантов и студентов.

УДК 001(063)
ББК 72

ISBN 978-5-89545-495-4
ISBN 978-5-89545-495-4 (Т. 1)

© БУ ВО «Сургутский государственный университет»

ОГЛАВЛЕНИЕ

ФИЗИКА, ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

<i>Алиев Р. Н.</i> Модель волоконно-оптической системы с многоуровневыми форматами модуляции	6
<i>Антонюк П. В., Острейковский В. А.</i> Обработка данных по отказам и простоям мобильных буровых комплексов КВ-210 при ремонте скважин в условиях Западной Сибири	10
<i>Аптюкова Г. А., Гавриленко Т. В.</i> Проблема проверки подлинности цифрового изображения	15
<i>Васиков П. А.</i> Магнитооптический переключатель на призме Рошона	16
<i>Вирстюк А. Ю.</i> Основные этапы создания модели эффективности работы нефтяных скважин	19
<i>Волков А. В., Федоров Д. А.</i> Оптимизация логистической сети нефтесбытовой компании	21
<i>Ганиев М. И., Дёмко А. И., Семенов О. Ю.</i> Лазерный оптический метод определения утечек нефти и газа из трубопроводов	23
<i>Гостюхин С. П.</i> Моделирование оптического усилителя	27
<i>Гуз И. Д., Соловьев Н. А., Острейковский В. А.</i> Об одном подходе к обеспечению безопасности инфраструктуры хранения данных дата-центра	31
<i>Климков Ю. Г.</i> Волоконно-оптическая система охраны протяженных объектов	34
<i>Коромыслов А. С.</i> Проблемы стабилизации и воспроизведения нейронных сетей для решения задач классификации	38
<i>Кочеров С. А., Шадрин Г. А., Ельников А. В.</i> Достоверность измерений размеров наночастиц методом корреляционной спектроскопии рассеянного света	39
<i>Кравченко А. Н.</i> Волоконно-оптическая сеть кольцевого типа	41
<i>Логинов В. А.</i> Методика идентификации источника сигналов волоконно-оптической системы виброакустического мониторинга	44
<i>Масликова А. Е.</i> Пассивные оптические сети доступа	48
<i>Рогозина Е. А., Безунов А. А.</i> Исследование массы в лабораторных исследованиях	52
<i>Русак Н. М.</i> Исследование модели DWDM-системы	56
<i>Семенов К. Г., Иванов Ф. Ф.</i> Модель реверсивного движения документов в СУД DIRECTUM	61
<i>Семенчук Е. С.</i> Городская волоконно-оптическая сеть	65
<i>Скиданова А. Ю.</i> Расчет потерь мощности в изоляции кабельной линии погружных электроцентробежных насосов под действием несинусоидального напряжения	68
<i>Соловьёв Я. В., Фёдоров Д. А.</i> К вопросу оптимизации принятия решений в процессе исследования развития крупных пожаров	70
<i>Сухочев А. А.</i> Технологии опережающего управления социально-экономическим развитием северных территорий	75
<i>Черненко В. А.</i> Моделирование когерентной оптической сети	77
<i>Юсупова Н. Г.</i> Математическое моделирование процесса нагрева газогидратных залежей элетромагнитным излучением	80

ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ: ЭКОЛОГИЯ, БИОЛОГИЯ, ХИМИЯ

<i>Аслямова А. И.</i> Земноводные (Amphibia) Среднего Приобья (Ханты-Мансийский автономный округ – Югра)	84
<i>Гавриленко Т. В., Горбунов Д. В., Белощенко Д. В., Горбунова М. Н.</i> Глобальная проблема формирования однородных выборок на примере из биомеханики	88

Горбунов Д. В., Башкатова Ю. В., Горбунов С. В., Горбунова Д. С. Термодинамика неравновесных систем и Р. Пригожин в оценке параметров движений человека при различных внешних воздействиях	91
Григорьева С. В. Статистическая неустойчивость в электромиографии	95
Закиров А. А., Урманцева Н. Р. Игровое дополнение к картографическому сервису Google Maps for Unity	99
Кокорина К. А., Макеев А. А., Петрова Ю. Ю. Совершенствование технологий борьбы с осложняющими факторами при эксплуатации скважин	101
Куриленко М. И., Хоменушко Т. И. Особенности химического состава водных объектов Уватского района	103
Лазарев Д. А., Туров Ю. П. Вариации состава извлекаемой нефти и термодинамическая неравновесность нефтяной системы	107
Мордвинцева А. Ю., Омелян П. С. Экологическая оценка шумовых воздействий в пределах селитебной зоны г. Сургута	110
Мороз О. А., Еськов В. В., Фадюшина С. И. Состояние параметров сердечно-сосудистой системы коренного и некоренного населения Югры с позиций методов теории Complexity	113
Остроушко Ю. В., Каримов А. М., Ботиров Э. Х. Флавоногликозиды надземной части <i>Scutellaria Comosa Briq</i>	117
Филатова Д. Ю., Срыбник М. А., Виленский М. М. Функциональные системы организма детско-юношеского населения в условиях адаптации к жизни на Севере ХМАО – Югры	121
Шишкина Ж. Б. Разработка и внедрение методики измерений массовой концентрации метана и оксида углерода фотоакустическим методом в атмосферном воздухе с отбором проб в пробоотборные пакеты	125
Янышева Т. Н., Каримов А. М. Исследование флавоноидов надземной части <i>Scutellaria Intermedia</i>	128

МЕДИЦИНА

Арсенина В. Ю., Фомина О. И. Оценка системного уровня TGFβ1, MMP-2, MMP-8, MMP-9, TIMP 1, TIMP 2 у пациентов с острым повреждением почек до и после аортокоронарного шунтирования	131
Афенов М. Р., Борзенков И. С. Анатомическая изменчивость пространственной ориентации вырезки вертлужной впадины человека	135
Васильева Е. А., Куяров А. А., Клюев С. Д. Микрофлора кожных покровов и слизистых оболочек верхних дыхательных путей в норме и при патологии кожи у жителей урбанизированного Севера	138
Горшков Н. С., Астраханцева И. Д. Использование уровней матриксных металлопротеиназ и пентраксина-3 в современной кардиологической практике	142
Долгополова Д. А. Город Сургут как ориентир качества жизни пациентов, находящихся на программном гемодиализе	147
Ибадова А. М., Рыбалка О. О. Оценка риска развития сахарного диабета 2-го типа с использованием шкалы FINDRISK	150
Камка Н. Н., Магеррамова Р. Р., Азимова Б. А. Клинико-эпидемиологические особенности ВИЧ-инфекции в г. Сургуте	152
Каримов Р. Р., Попова М. А. Профилактика сердечно-сосудистых заболеваний у врачей экстренной помощи в Северном регионе	154
Магомедова Р., Рыбалка О. О. Показатели биохимического анализа крови у пациентов с синдромом гипотиреоза	156
Сергеева А. А., Собянина П. К. Реактивное микроокружение лимфомы Ходжкина	158

Суббота Е. Ю., Вашкулатова Э. А., Санторо Э. Ю. Лечение окклюзии вен сетчатки в современной офтальмологии	162
Урванцева И. А., Воробьев А. С., Гаулика С. О., Хорина М. Ю. Клиническая роль фактора фон Виллебранда у пациентов с острым коронарным синдромом	163
Шелудько В. С., Каспарова А. Э. Спонтанный синдром гипестимуляции яичников при одноплодной самостоятельной беременности	167
Эседова Э. Р., Дарвин В. В., Манойло М. Н., Зиненко А. А. Абсцессы челюстно-лицевой области: анализ причин, результаты лечения	170

ФИЗИКА, ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 681.7.068

Алиев Р. Н.

МОДЕЛЬ ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ С МНОГОУРОВНЕВЫМИ ФОРМАТАМИ МОДУЛЯЦИИ

В статье рассмотрено построение волоконно-оптической системы связи с многоуровневыми форматами модуляции. Проведены исследования влияния мощности лазера передатчика и длины оптического волокна на коэффициент ошибок BER, а также зависимости коэффициента BER от длины волокна с компенсацией дисперсии при разных длинах регенерационного участка. Приведены диаграммы созвездий.

Ключевые слова: волоконно-оптические системы связи, волокна с компенсацией дисперсии, когерентный прием, многоуровневые форматы модуляции.

Введение. Развитие рынка телекоммуникационных услуг требует снижение затрат на передачу данных, а также увеличение скорости и качества связи.

Наилучшим решением является усовершенствование нынешних и разработка новых способов формирования и распространения информации, и одним из таких решений является оптические когерентные системы передачи информации. Переход к когерентной связи позволил значительно увеличить пропускную способность передачи данных. Уже известны схемы когерентных систем связи со скоростями 40 Гб/с и 100 Гб/с, а в перспективе разрабатываются системы с терабитной скоростью. В данных системах используются многоуровневые форматы модуляции, при котором за один символ можно передать 2 и более бита информации. Например, формат модуляции DP 8PSK способен передать за один символ 3 бита. Так как данный формат имеет двойную поляризацию, модуляция происходит по двум плоскостям, а значит, скорость увеличится в 2 раза.

Для формирования оптического сигнала с многоуровневой модуляцией необходимо провести предварительное кодирование информационного электрического сигнала.

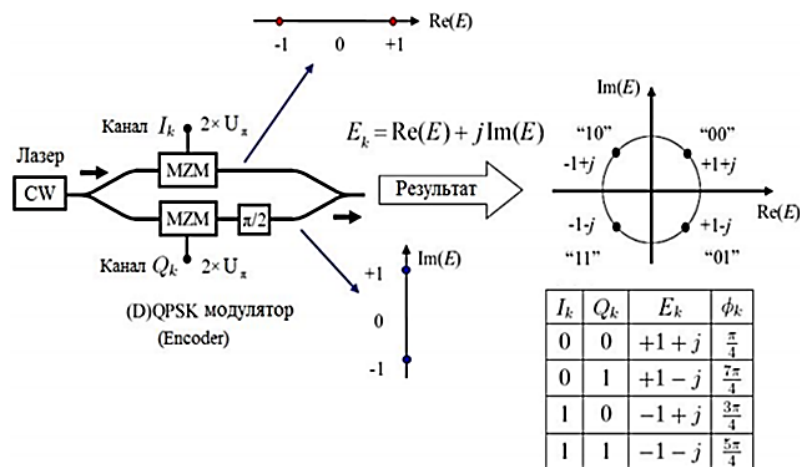


Рис. 1. Схема системы связи с модулятором DP 8PSK

На рис. 1 представлена общая схема формирования оптического формата QPSK. Здесь излучение от лазера проходит в два параллельных канала (синфазный I и квадратурный Q)

с модуляторами MZ. На модулятор MZM также поступают электрические кодовые последовательности, которые и модулируют оптический сигнал. На одном из каналов установлен фазовращатель $\pi/2$. Таким образом, получаются два ортогональных оптических сигнала с мнимой и действительной частью.

При смещении каналов с разной фазой на созвездии выходного сигнала будут видны 4 позиции, каждая из которых соответствует двоичной комбинации из 2-х бит.

Каждая комбинация двоичного числа характеризует поворот результирующей фазы оптического импульса на $\pi/4$, $7\pi/4$, $3\pi/4$ и $5\pi/4$.

Исследование модели ВОСП с DP 8PSK

На рис. 2 представлена схема ВОСП с использованием формата двуполяризованной 8-позиционной фазовой модуляции DP 8PSK (Dual Polarization 8 Phase Shift Keying). Схема состоит из передатчика с модулятором DP 8PSK, линии связи и когерентного приемника.

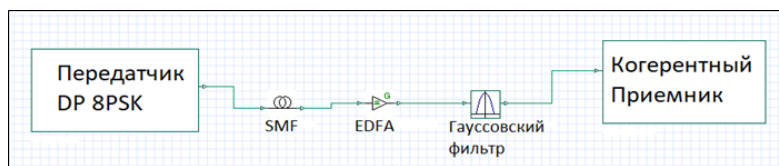


Рис. 2. Схема системы связи с модулятором DP 8PSK

Технические характеристики схемы

Передающая часть:

$B = 150$ Гбит/с;

$P = 10$ дБм.

Линейный тракт:

$L_{\text{py}} = 50$ км;

$D = 2$ пс/нм · км;

$G = 20$ дБ;

OSNR = 18 дБ.

Исследование зависимости коэффициента BER от мощности лазера и длины волокна

Для исследования влияния мощности лазера и длины оптоволокна на коэффициент BER использовалась модель ВОСП, представленная на рис. 2. В первом случае на передатчике менялось значение интенсивности генератора несущей частоты от 0 до 20 дБм, во втором случае изменялась длина линии связи от 0 до 300 км, при этом длина регенерационного участка была постоянной и равна 50 км. Как результат – построены зависимости BER от P и L (рис. 3, 5), а также приведены созвездия, показывающие качество сигнала (рис. 4, 6).

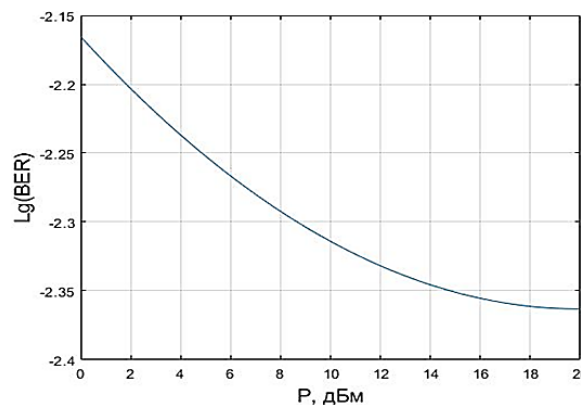


Рис. 3. Зависимости коэффициента BER от мощности лазера передатчика

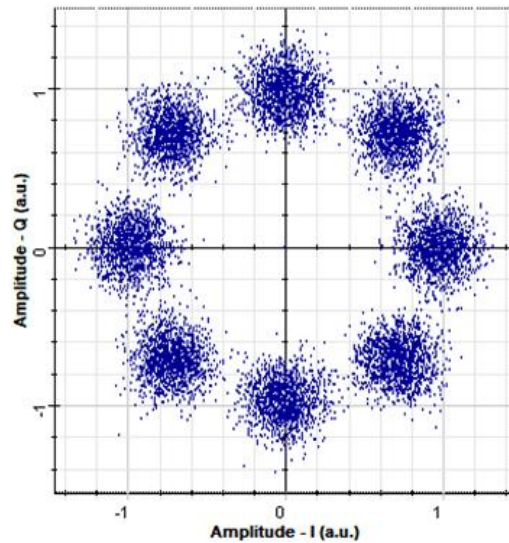


Рис. 4. Сигнальное созвездие при мощности источника излучения $P = 10$ дБм, $Lg(BER) = -2,32$

Из рис. 3 видно, что значение коэффициента BER уменьшается с увеличением интенсивности лазера. Это говорит о том, что качество сигнала усиливается при высоком уровне мощности. Стоит отметить, что при $P = 20$ дБм график по оси Y становится практически постоянным. Далее, в остальных экспериментах для уровня мощности лазера взято значение 10 дБм, так как значения коэффициента BER при интенсивности, равной 10 дБм и 20 дБм, не сильно отличаются, а мощность меньше в 2 раза, что является выгодным в технико-экономическом плане. На рис. 4 можно увидеть диаграмму созвездий, при котором сигнал можно считать качественным.

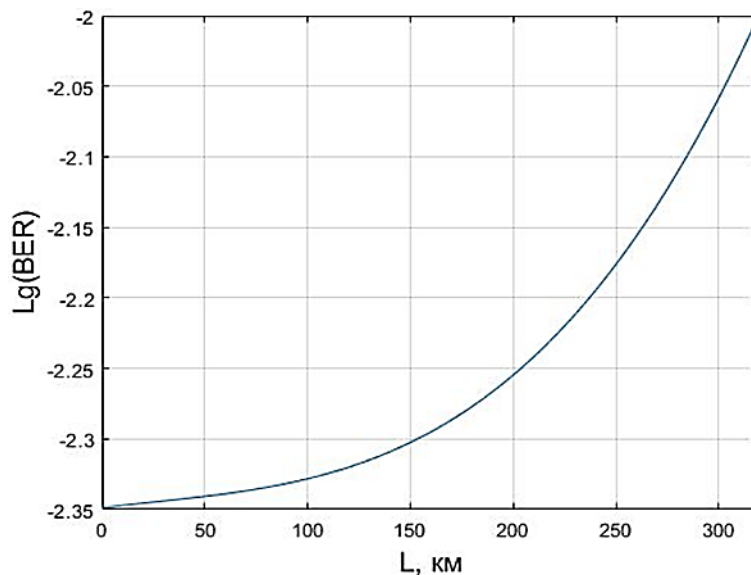


Рис. 5. Зависимости коэффициента BER от длины волокна

При увеличении дальности линии связи растет коэффициент BER, что видно на рис. 5, показывающий зависимость $BER(L)$. Для исследуемой модели уже после 300 км коэффициент $Lg(BER) = -2$, а в натуральных величинах это значение равно 10^{-2} , что является пороговым для многоуровневых форматов модуляции. Также можно утверждать, что после 200 км график возрастает линейно, т. е. число BER стремительно увеличивается, что обусловлено накапливаемыми шумами усилителей на концах регенерационных участков и влиянием дисперсии.

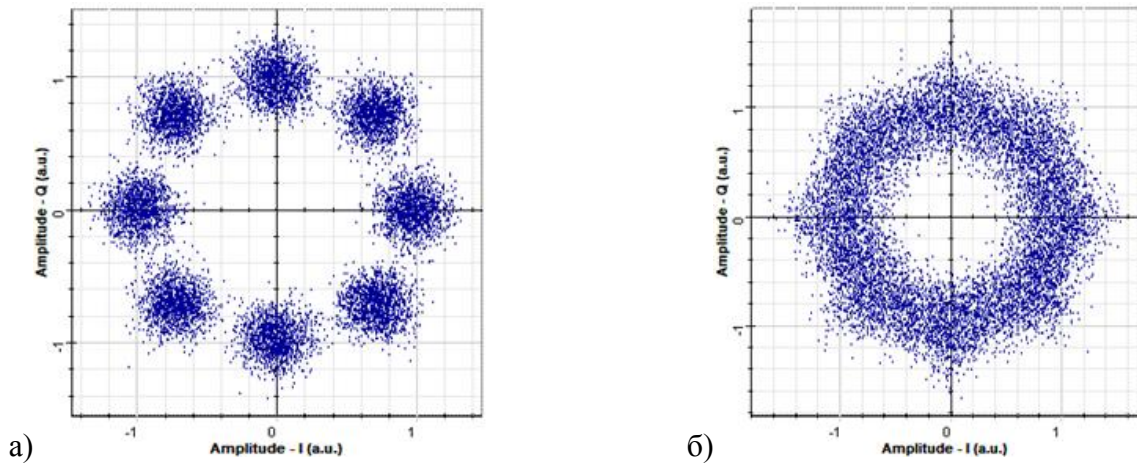


Рис. 6 Сигнальные созвездия на длинах линии связи:
а – $L = 300$ км и $L_g(\text{BER}) = -2,05$; б – $L = 500$ км и $L_g(\text{BER}) = -0,78$

На рис. 6 показаны диаграммы созвездий при разных длинах линейного тракта. На длине 50 км (рис. 6а) качество сигнала имеет приемлемый характер. На расстоянии 500 км (рис. 6б) созвездие имеет расплывчатый характер, поэтому данная длина линии связи является не приемлемой для действующей модели ВОСП.

Исследование зависимости коэффициента BER от длины волокна с компенсацией дисперсии при разных длинах регенерационного участка

Для исключения эффектов дисперсии на линейном тракте к стандартному волокну подсоединяется оптическое волокно с компенсацией дисперсии DCF (рис. 7). При этом дисперсия DCF волокна равна -80 пс/нм · км, также в ходе эксперимента менялось значение длины регенерационного участка в пределах от 50 до 90 км.

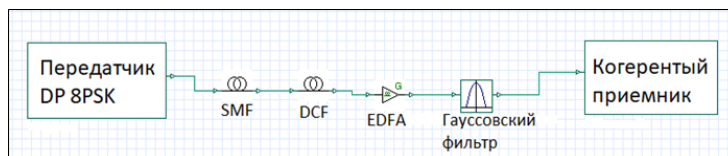


Рис. 7. Схема системы связи с модулятором DP 8PSK

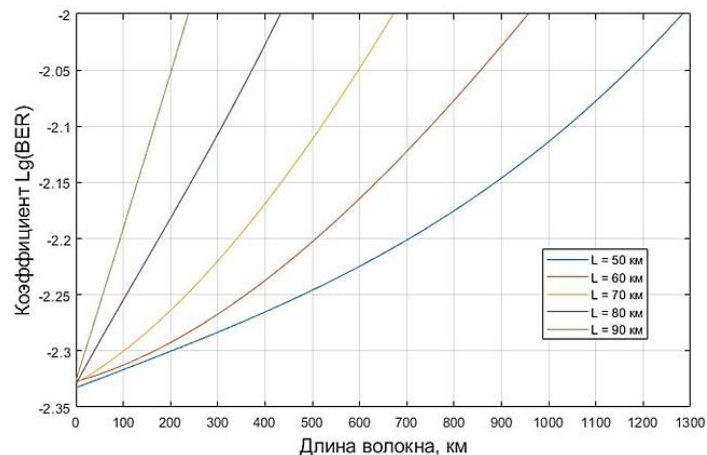


Рис. 8. Зависимости коэффициента BER от длины волокна с компенсацией дисперсии при разных длинах регенерационного участка

Из зависимости BER(L), представленной на рис. 8, видно, что использование волокна с компенсацией дисперсии позволило существенно повысить дальность передачи. Например, при $L_{\text{py}} = 50$ км общее расстояние линии связи увеличилось, примерно, в 4 раза, в отличие от ВОСП без использования DCF (рис. 5). Для остальных значений L_{py} максимальная длина ОВ линейного тракта уменьшалась пропорционально.

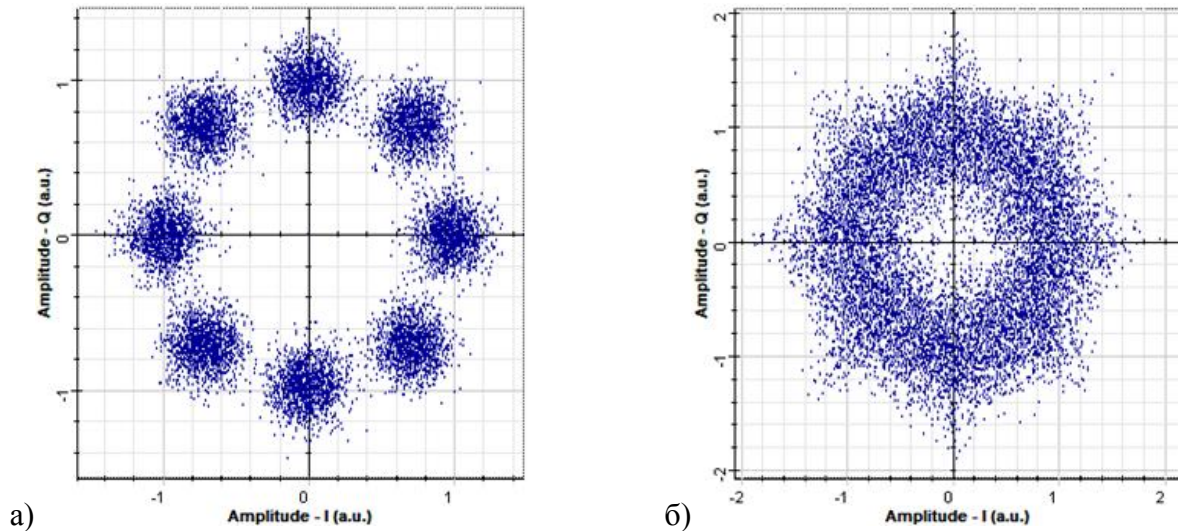


Рис. 9 Сигнальные созвездия системы связи с DCF на длине 1 300 км
при длине регенерационного участка:
а – $L_{\text{py}} = 50$ км; б – $L_{\text{py}} = 90$ км

По рис. 9а и рис. 9б, видно, как ухудшается сигнал при увеличении длины регенерационного участка на расстоянии 1 300 км. Для $L_{\text{py}} = 50$ км (рис. 9а) сигнальное созвездие имеет приемлемый вид. Хуже картина обстоит при длине регенерационного участка, равной 90 км, что видно на рис. 9б. Здесь фазовые позиции не различимы, следовательно, сигнал принят с большим количеством ошибок.

Литература

1. Фокин В. Г. Когерентные оптические сети. Новосибирск : СнбГУТИ, 2015. 371 с.
2. Фокин В. Г. Оптические системы с терабитными и петабитными скоростями передачи. Новосибирск : СнбГУТИ, 2016. 156 с.
3. Agrawal G. P. Fiber-optic communication systems with cd / Govind P. Agrawal. 4th ed. John Wiley. New York, 2010. 318 p.

УДК: 656.13.072: 621.039

Антонюк П. В., Острейковский В. А.

ОБРАБОТКА ДАННЫХ ПО ОТКАЗАМ И ПРОСТОЯМ МОБИЛЬНЫХ БУРОВЫХ КОМПЛЕКСОВ КВ-210 ПРИ РЕМОНТЕ СКВАЖИН В УСЛОВИЯХ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

С целью повышения дебита скважины и увеличения количества нефти в добываемой нефтяной эмульсии нефтедобывающие компании проводят работы по ремонту нефтяных скважин мобильными буровыми комплексами. Собраны и проанализированы данные по отказам и простоям мобильных буровых комплексов, найдены законы распределения отказов.

Полученные результаты могут быть использованы для совершенствования процедур обслуживания, планирования запасных частей, инструментов и принадлежностей.

Ключевые слова: надежность, мобильный буровой комплекс, эксплуатация.

Введение. С течением времени эксплуатации нефтяных скважин снижается дебит и уменьшается относительное количество нефти в добываемой нефтяной эмульсии. Для повышения дебита скважины и увеличения количества нефти в добываемой нефтяной эмульсии нефтедобывающие компании проводят работы по ремонту нефтяных скважин мобильными буровыми комплексами (далее – МБК) и вспомогательным оборудованием.

Характеристика объекта исследования

На основе конструкторской, эксплуатационной документации [1] на МБК была разработана структурная схема надежности (рис. 1).



Рис. 1. Структурная схема надежности

В табл. 1 приведены данные по причинам и времени простоев МБК КВ-210.

В процесс ремонта скважин вовлечены множество людей и техники, которые зависят друг от друга. При выходе из строя одного из сегментов данного взаимодействия останавливается практически весь процесс ремонта скважины.

Отказ подсистемы МБК КВ-210 приводит к длительным простоям и, следовательно, к большим экономическим потерям, в зависимости от важности узла, вышедшего из строя, влияющего на работоспособность, и от операции, проводимой в процессе ремонта скважины в самых неудачных сочетаниях, может привести к огромным экономическим потерям и к несчастным случаям.

Таблица 1

Причины и время простоев МБК КВ-210

№	Наименование	Кол-во простоев, 2014 г., шт	Время простоя, 2014 г., час	Кол-во простоев, 2015 г., шт	Время простоя, 2015 г., час	Кол-во простоев, 2016 г., шт	Время простоя, 2016 г., час
1	Буровая лебедка	49	926	62	678	90	717
2	Трансмиссия	69	798	46	566	80	975
3	Двигатель	43	636	42	548	37	534
4	Система верхнего привода	85	628	103	580	77	691
5	Гидравлическая система	34	368	27	304	25	355
6	Организационные причины МБК	11	558	8	202	3	136

Окончание табл. 1

№	Наименование	Кол-во простоев, 2014 г., шт	Время простоя, 2014 г., час	Кол-во простоев, 2015 г., шт	Время простоя, 2015 г., час	Кол-во простоев, 2016 г., шт	Время простоя, 2016 г., час
7	Организационные причины системы верхнего привода	24	336	49	771	27	468
8	Электрооборудование	5	92	9	134	5	45
9	Прочие	12	176	10	127	8	184
10	Талевая система	5	81	9	104	5	24
11	Пневмосистема	10	103,5	8	73	9	69
12	Шасси	3	15	1	5	1	2
13	Итого	350	4381,5	374	4322	367	4380

В результате обработки данных по простоям был построен график зависимостей количества простоя и среднего времени, затрачиваемых на восстановление подсистемы МБК КВ-210 (рис. 2), в зависимости от годов эксплуатации.

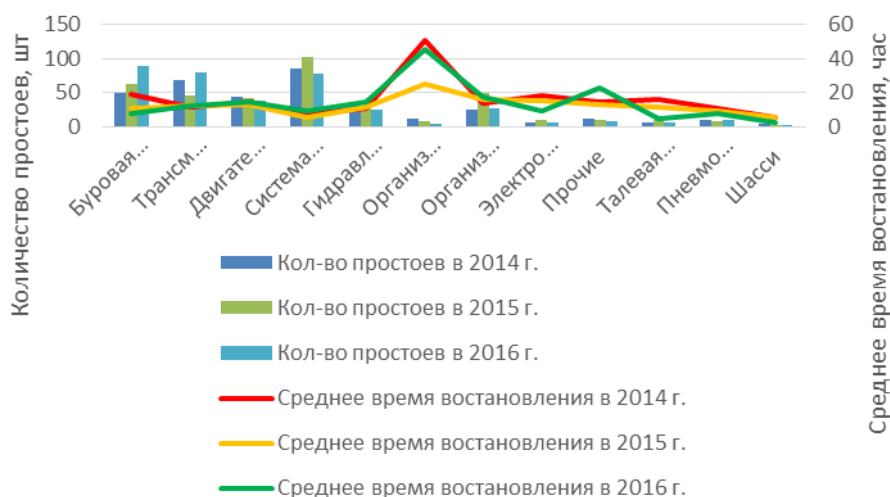


Рис. 2. Зависимость простоев от среднего времени восстановления МБК КВ-210

Оценка вида законов распределения по наработке до отказа

В результате обработки данных по отказам элементов подсистем МБК КВ-210 за период эксплуатации с 1997 года по 2017 год на месторождениях Западной Сибири в программах Statistica, Mathcad определены основные показатели безотказности, законы распределений и их параметры, данные приведены в табл. 2.

Таблица 2

Результаты обработки информации о надежности подсистем МБК КВ-210

№	Наименование	Количество отказов, n	Средняя наработка на отказ, ч. T_{cp}	Среднее квадр. откл., ч. σ_T	Коэффициент вариации	Закон распределения	χ^2	$P(\chi^2)$
1	Клапана REXROTH	22	12 288	6 507,6	0,53	Вейбулла	2,31	0,54
2	Термостата 11.3704000	31	12 578,5	8 160,3	0,65	Вейбулла	1,657	0,79
3	Генератора 24V	26	10 192,3	6 692,4	0,65	Вейбулла	1	0,8
4	Пневмоклапан	31	930,8	354,3	0,37	Вейбулла	0,83	0,66
5	Насос Челси	29	1 300,6	469,3	0,34	Экспоненциальный	3,75	0,46

Окончание табл. 2

№	Наименование	Количество отказов, n	Средняя наработка на отказ, ч. T_{cp}	Среднее квадр. откл., ч. σ_T	Коэффициент вариации	Закон распределения	χ^2	$P(\chi^2)$
6	Цепь роликовая	35	1023,4	943	0,33	Вейбулла	0,74	0,69
7	Гидромотор ротора 1-27900	45	16 015	22 575	1,40	Вейбулла	0,76	0,7
8	Муфта вала коленчатого. KB89.00.003	149	43949	28575	0,51	Вейбулла	11,949	0,45
9	Втулка гидро-ротора KB.157	34	55 252	14 180	0,25	Вейбулла	1,668	0,79
10	Кнопка включения стартера	90	58 068	28 223	0,48	Вейбулла	2,182	0,61
11	Клапан предохранительный 1-02635	267	63 671	25 058	0,39	Вейбулла	3,6	0,32
12	Клапан предохранительный	33	57 815	18 017	0,31	Вейбулла	3,43	0,51
13	Датчик 8929387	47	62 925	23 878	0,37	Вейбулла	3,66	0,3
14	Пневмоосушитель	128	70 683	17 855	0,23	Вейбулла	3,475	0,47
15	Привод пневмоэлектрический	27	56 707	26 621	0,46	Вейбулла	3,16	0,42
16	Термостат 23532436	86	61 554	22 968	0,37	Вейбулла	4	0,32
17	Барабан тормозной B0302-3002.010CM3	39	71 415	21 232	0,29	Вейбулла	2,58	0,54
18	Инжектор в сборе R5237466	51	63 350	25 719	0,4	Вейбулла	3,3	0,35
19	Клапан включ. REXROTH P-065263-00000	134	59 140	25 811	0,43	Вейбулла	1,35	0,51
20	Муфта привода компрессора KB391.003	90	58 518	26 495	0,45	Вейбулла	0,87	0,65
21	Вал привода компрессора KB391.001	53	45 371	30 995	0,68	Вейбулла	1,14	0,57

Анализ и выводы. Как видно из графика рис. 2, основными причинами простоев за 2014–2016 гг. являются: неисправности элементов трансмиссии, отказ буровой лебедки, неисправность двигателя, отказ гидравлической системы и по организационным причинам. По сравнению с 2014 годом в 2016 году наблюдается сокращение времени на восстановление элементов в работоспособное состояние, что говорит о повышении качества и надежности МБК KB-210. Своевременное определение причин отказов, наличие запасных частей, наличие транспорта, людей, погодные условия, состояние дорожного полотна – все эти факторы оказывают значительное влияние на время восстановления МБК KB-210 в работоспособное состояние.

Приведенные данные об отказах МБК KB-210 и его элементов позволяют предположить, что качественное распределение отказов не противоречит закону распределения [11, 12] Вейбулла – Гнеденко (рис. 3).

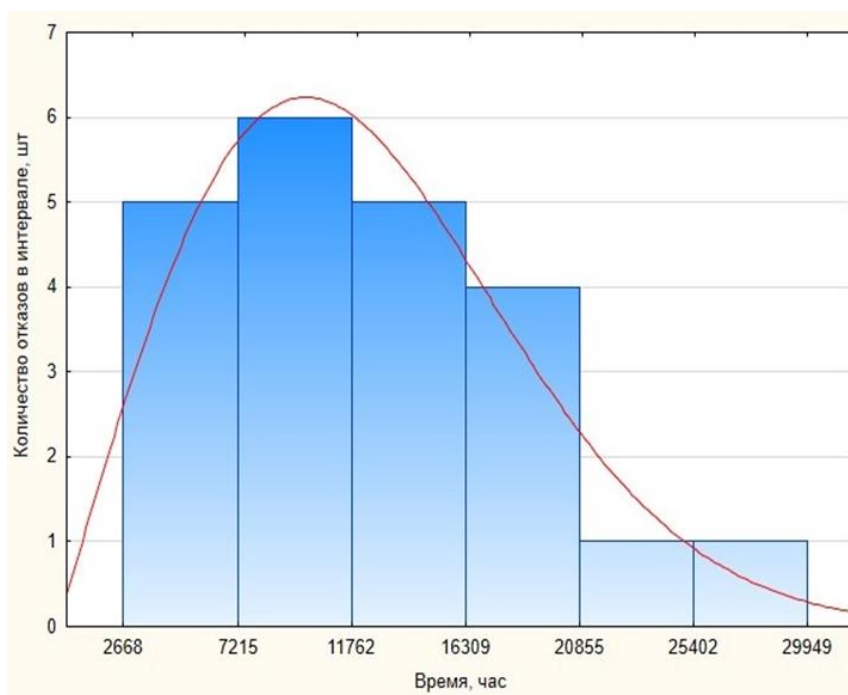


Рис. 3. Гистограмма наработок на отказ клапана Rexroth

Общее количество простоев по МБК KB-210 за 2014 г. составляет 350 шт., за 2015 – 374 шт., за 2016 г. – 367 шт.

Основными причинами отказов являются:

- отказы элементов двигателя;
- отказы элементов буровой лебедки;
- отказы элементов гидросистемы;
- отказы элементов электрооборудования.

Наибольшее время затрачивается на восстановление элементов:

- буровой лебедки;
- трансмиссии;
- двигателя;
- гидравлической системы.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (объект 17-01-00244).

Литература

1. Мобильная буровая установка 100 МТ «National Oilwell Varko». USA, Pampa, Texas, 2014. 2874 с.
2. Установки подъемные для освоения и ремонта нефтяных и газовых скважин : ГОСТ 28113-89. М. : Стандартинформ, 2007. 3 с.
3. Нефтяная и газовая промышленность. Буровое и эксплуатационное оборудование. Подъемное оборудование. Общие технические требования : ГОСТ Р 53683-2009 (ИСО 13535:2000). М. : Стандартинформ, 2011. 38 с.
4. Вадецкий Ю. В. Бурение нефтяных и газовых скважин. М. : Недра, 1985. 185 с.
5. Чичеров Л. Г., Г. В. Молчанов, А. М. Рабинович, Н. Ф. Ивановский, Ю. Г. Абдуллаев, В. П. Грабович, В. А. Слышенков, Ф. Д. Лем-беранский. Расчет и конструирование нефтепромыслового оборудования : учеб. пособие для вузов. М. : Недра, 1987. 422 с.
6. Кузнецов, А. С., Иванкив М. М., Щергин С. Г., Кузнецов К. А. Исследование надежности подъемных установок УП 40С // Нефтяное хозяйство. 2010. № 7. С. 116–118.

7. Острейковский В. А. Теория надежности : учеб. для вузов. М. : Высш. шк., 2008. 463 с.
8. Вентцель Е. С. Теория вероятностей. М. : Наука, 2003. 576 с.
9. Надежность и эффективность в технике : справ. : в 10 т. / ред. совет В. С. Авдеевский [и др.]. М. : Машиностроение, 1989.
10. Статистические методы. Критерий согласия и доверительные интервалы для распределения Вейбулла : ГОСТ Р 50779.27-2007 (МЭК 61649:1997). М. : Стандартинформ, 2008. 11 с.
11. Острейковский В. А., Павлов А. С. Математические модели оценки техногенного риска сложных систем на основе распределения Эрланга // Надежность и качество сложных систем. 2016. № 1 (13). С. 99–106.
12. Острейковский В. А., Шевченко Е. Н. Анализ моделей распределения характеристик техногенного риска по статистическим данным аварий и катастроф сложных критически важных объектов // Надежность и качество сложных систем. 2015. № 2 (10). С. 3–12.

УДК 004.056

Аптюкова Г. А., Гавриленко Т. В.

ПРОБЛЕМА ПРОВЕРКИ ПОДЛИННОСТИ ЦИФРОВОГО ИЗОБРАЖЕНИЯ

В настоящее время благодаря различным программам обработки изображений очень просто модифицировать цифровое изображение. В данной статье авторами рассматриваются проблемы проверки подлинности цифрового изображения.

Ключевые слова: цифровое изображение, фотография, фальсификация, подлинность.

Вместе с постоянным совершенствованием устройств для создания фотографий, совершенствуются и инструменты обработки изображений, распространение которых имеет и негативную сторону, поскольку упрощают процесс фальсификации изображений сторонними лицами.

При этом фото-, видеозаписи могут служить поводом к возбуждению дела об административном правонарушении. Однако, установленный Федеральным законом от 2 мая 2006 года № 59-ФЗ «О порядке рассмотрения обращений граждан Российской Федерации» и приказом МВД России от 12 сентября 2013 года № 707 «Об утверждении Инструкции об организации рассмотрения обращений граждан в системе Министерства внутренних дел Российской Федерации», порядок рассмотрения обращений граждан не предусматривает проверку фотографий на подлинность.

Фотографии также могут иметь доказательственное значение в уголовном процессе. И здесь ситуация обратная – есть доказательство виновности или невиновности в виде фото, видео- или аудиоинформации, но оно исключается из рассмотрения в деле, поскольку не удостоверяется подлинность представленных доказательств.

В этом случае фото, видео- или аудиоинформацию можно направить на компьютерно-техническую экспертизу, но специалисты, проводящие исследование, могут прийти к противоположным выводам. Так, например, по одному и тому же гражданскому делу в суд было представлено два заключения [1]. Поэтому задача определения подлинности цифровых изображений является актуальной.

Методы обнаружения фальсификации цифровых изображений можно разделить на две категории, такие как активный подход и пассивный подход [2]. При активном подходе определенная информация встраивается в изображение, например, в виде цифрового водяного знака, электронно-цифровой подписи, или рассчитываются хеш-значения, которые служат эталоном для сравнения изображения.

В пассивном подходе нет встроенной информации внутри изображения. Этот метод работает исключительно путем анализа информации изображения. К примеру, анализ EXIF-данных или поиск артефактов.

Существует множество различных методов, но они пока не удовлетворяют в полной мере требованиям к оценке подлинности цифровых изображений. Необходимо подойти к этой проблеме не фрагментарно, а системно, разработать единую технологию проверки подлинности изображения.

Литература

1. Хатунцев Н. А., Лизоркин А. М. Метод доказывания неизменности фотоизображений в рамках компьютерно-технической экспертизы (на примере из экспертной практики) // Теория и практика судебной экспертизы. 2014. № 3 (35). С. 69–73.
2. Kashyap A., Parmar R. S., Agarwal M., Gupta H. An Evaluation of Digital Image Forgery Detection Approaches : сайт. URL: <https://arxiv.org/abs/1703.09968> (дата обращения: 30.10.2018).

УДК 654.91:681.7.068

Васиков П. А.

МАГНИТООПТИЧЕСКИЙ ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЬ НА ПРИЗМЕ РОШОНА

В статье представлены результаты измерений параметров магнитооптического переключателя на призме Рошона. Определены параметры оптимальной работы магнитооптического переключателя: частота переключения F , величина модулирующего напряжения U , время переключения τ . Подтверждена возможность использования призмы Рошона в магнитооптическом переключателе.

Ключевые слова: магнитооптический переключатель, призма Рошона, частота переключения, величина модулирующего напряжения, время переключения.

Введение. Изменение архитектуры волоконно-оптических сетей, оперативная маршрутизация в локальных системах волоконно-оптической системы передачи и сетях доступа невозможны без быстрой и эффективной коммутации оптических информационных потоков. Эта коммутация осуществляется с помощью волоконно-оптических переключателей.

Современные переключатели соответствуют высоким требованиям по скорости переключения, низкому уровню потерь в широком диапазоне длин волн, нечувствительности к внешним воздействиям, надежности и технологичности.

Основная область применения – в составе оборудования для тестирования и мониторинга ВОЛС, а также в составе системы, обеспечивающей повышенную надежность. Также переключатели часто применяют для резервирования каналов связи, ведь довольно часто бывает, что на магистральных линиях периодически пропадает сигнал из-за различных физических воздействий. Поэтому вопрос о резервировании очень актуален и волоконно-оптические переключатели обеспечивает надежное переключение за приемлемые деньги.

Призма Рошона. Двойное лучепреломление в призме Рошона

В предлагаемой конструкции переключателя используется магнитооптический модулятор. Принцип работы магнитооптического модулятора основан на продольном магнитооптическом эффекте Фарадея.

Другим важным элементом конструкции является призма Рошона.

Призма Рошона состоит из деталей из стекла и кварца с различными направлениями оптических осей. В призме используется явление двойного лучепреломления. Призма Рошона используется для пространственного разделения двух линейно-поляризованных волн. Ход лучей в призме изображен на рис. 1.

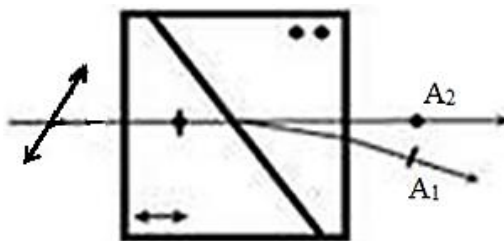


Рис. 1. Двойное лучепреломление в призме Рошона

Обыкновенный луч проходит через призму не отклоняясь, и является рабочим, он ахроматичен.

Необыкновенный луч выходит из призмы под некоторым углом, который зависит от угла среза призмы, угла падения входного излучения и длины волны. В фокальной плоскости объектива (линзы), расположенной после призмы, лучи эффективно разделяются. Обе половины призмы могут быть соединены оптическим контактом. В этом случае энергетические потери, вносимые призмой Рошона, имеют исключительно фундаментальные причины, не связанные с конструкцией призмы. Это френелевские потери на отражение от внешних граней призмы, поглощение и рассеяние света материалом призмы. Призма Рошона, в принципе, вносит минимальные искажения при поляризации входного излучения. Из-за ахроматичности рабочего луча призма Рошона является также самым широкополосным поляризатором, спектральный диапазон которого определяется пропусканием материала и возможностями углового разрешения о- и е-пучков. При изготовлении поляризационной призмы Рошона полностью из кварца или кальцита возможно возникновение ряда несовершенств. Эти трудности можно свести к нулю, если входную половину призмы Рошона изготовить из стекла с соответствующим показателем преломления (вместо кварца или кальцита). В этой части призмы как обыкновенный О-луч, так и необыкновенный Е-луч, лучи распространяются в одном направлении и имеют одинаковые показатели преломления. Двулучепреломляющее свойство кварца или кальцита здесь не используется, и вместо них можно успешно применять изотропный материал. Во входной половине призмы излучение направлено вдоль оптической оси, поэтому оба преломленных луча распространяются не раздваиваясь, а во второй – оптическая ось направлена ортогонально. Тогда обыкновенный луч продолжает распространяться вдоль направления, так как не зависит от направления оси и показателя преломления, а необыкновенный отклоняется.

Опыт показывает, что если световой пучок падает нормально на естественную грань кристалла и если главную плоскость провести через падающий луч, то внутри кристалла идут два луча. Один из них (обыкновенный) есть продолжение падающего луча, а второй (необыкновенный) отклонен и лежит вместе с первым в главной плоскости. Главная плоскость – это плоскость, проходящая через оптическую ось. Из кристалла выходят два луча, которые лежат в одной плоскости и параллельны падающему лучу, но смещены относительно друг друга.

Экспериментальная установка

Схема экспериментальной установки представлена на рис. 2.

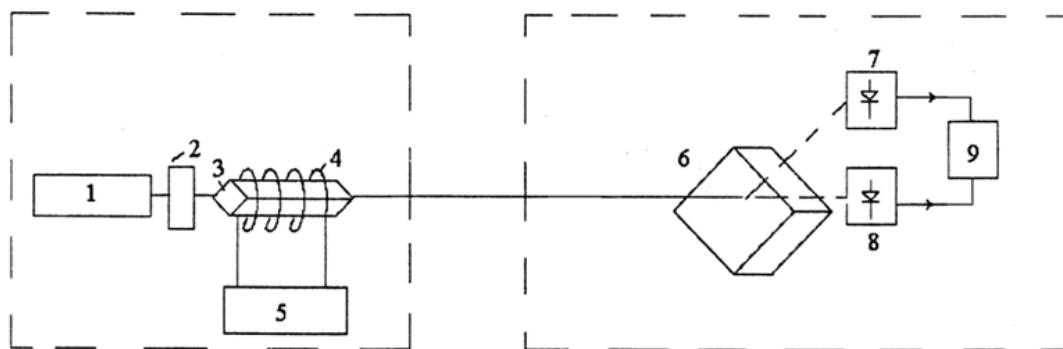


Рис. 2. Блок-схема установки с призмой Рошона:

1 – He-Ne лазер; 2 – механический модулятор; 3 – образец железо – иттриевого граната; 4 – соленоид; 5 – генератор модулирующего сигнала; 6 – призма Рошона; 7, 8 – фотоприемники; 9 – осциллограф

Гелий-неоновый лазер (рис. 2. 1) формирует линейно-поляризованное излучение на длине волны $\lambda = 1,15$ мкм, которое проходит через модулятор (рис. 2. 2). Модулятор в данной схеме используется для настроек установки и для определения глубины модуляции. Затем излучение проходит через магнитооптический модулятор (рис. 2. 3–5). Потом уже модулированное излучение попадает на призму Рошона (рис. 2. 6), где пространственно разделяется на два луча (обыкновенный и необыкновенный), которые затем регистрируются на фотоприемниках (рис. 2. 7–8) и отображаются на осциллографе (рис. 2. 9).

Методика проведения эксперимента

Перед тем как приступить к выполнению самого эксперимента, необходимо провести юстировку оборудования. Для этого нужно расположить лазер на оптической скамье так, чтобы на приемниках наблюдалось максимальное излучение. Мы определяем оптимальную частоту и оптимальную амплитуду модулирующего сигнала. Эти параметры подбираются таким образом, чтобы на экране осциллографа наблюдалась максимальная амплитуда и глубина модуляции сигнала. В данном случае – $F = 5$ кГц и $U = 9$ В.

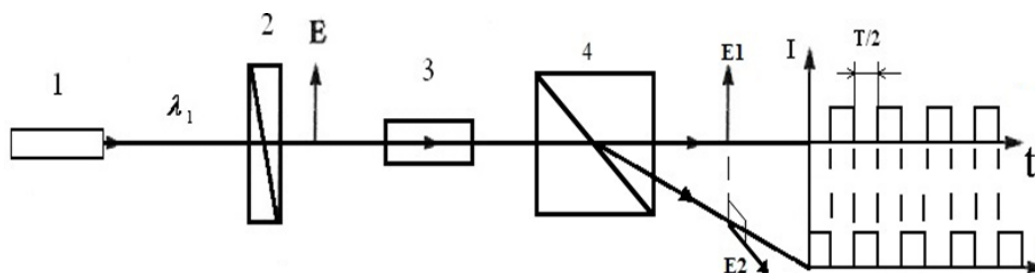


Рис. 3. Принцип работы переключателя оптического сигнала с использованием магнитооптической ячейки и призмы Рошона

Заключение:

1. В результате проделанной работы был создан макет магнитооптического переключателя на основе призмы Рошона.
2. Опытным путем установлено, что призма Рошона отклоняет необыкновенный луч на 4 градуса.
3. Определены параметры оптимальной работы магнитооптического переключателя: частота переключения F , величина модулирующего напряжения U , время переключения τ : $F = 5$ кГц; $U = 9$ В; $\tau = 0,2$ мс.
4. Подтверждена возможность использования призмы Рошона в магнитооптическом переключателе.

УДК 004.4

Вирстюк А. Ю.

ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ СОЗДАНИЯ МОДЕЛИ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ НЕФТЯНЫХ СКВАЖИН

В статье проведен сравнительный анализ существующих моделей, характеризующих работу нефтяных скважин, выявлены их достоинства и недостатки. Представлены этапы создания математической модели на основании коэффициента эффективности работы нефтяных скважин.

Ключевые слова: эффективность, нефтяная скважина, модель.

Современное состояние нефтегазодобывающей отрасли характеризуется усложнением условий нефтедобычи: увеличивается количество малодебитных скважин, трудноизвлекаемых залежей, повышается обводненность продукции и т. п. [1, 2].

Изменение условий нефтедобычи приводит к появлению большого количества показателей эксплуатации нефтяных скважин, в той или иной мере характеризующих эффективность их работы. В свою очередь, рост числа показателей усложняет работу специалистов геофизических служб, поскольку либо сокращается оперативность принимаемых решений по той или иной скважине, либо решение, выработанное на основании небольшого числа показателей, является не совсем верным, что ведет не к росту, а наоборот, к снижению нефтедобычи.

В настоящий момент отсутствует комплексный показатель эффективности работы нефтяных скважин, поэтому для оценки работы скважин применяются модели, описывающие зависимости дебита нефти, водонефтяного фактора и т. п. от других геолого-физических и/или технологических показателей.

Сравнительный анализ существующих моделей, характеризующих работу нефтяных скважин, представлен в табл.

Таблица

**Достоинства и недостатки существующих моделей,
оценивающих работу нефтяных скважин**

Модель	Достоинства	Недостатки
Экономическая	- комплексный анализ эффективности с разных сторон; - «индивидуальный подход» к каждой скважине	- сильная зависимость эффективности от цен на нефть и реализации объемов нефти; - для оценки геолого-технологической составляющей используется лишь пара показателей
Гидродинамическая	- простота в использовании	- эффективность определяется только несколькими зависимостями «дебит (приемистость) от перепадов давления»; - применение целесообразно при обводненности продукции не более 50 %
Промышленно-статистическая	- различные виды зависимостей; - простота в использовании; - минимальное количество исходных данных	- погрешность оценки показателей возрастает с ростом промежутка экстраполяции; - на ранних стадиях разработки методы характеризуются низкой результативностью, так как показатели разработки не обладают необходимой долей стационарности; - критериев выбора зависимостей нет; расчет производится по нескольким зависимостям; - разные зависимости могут давать разный результат для одних и тех же объектов разработки

Окончание табл.

Модель	Достоинства	Недостатки
Адаптационная геолого-промысловая	- быстрый и своевременный результат (экспресс-анализ); - число независимых переменных в уравнении регрессии не ограничено; - экстраполяционная ошибка не накапливается, так как анализ за короткий промежуток времени	- ресурсоемкий при проведении расчетов; - модели характеризуются сложностью

Из таблицы видно, что первые две модели характеризуются большей простотой, но учитывают небольшое количество геолого-физических и технологических показателей, к тому же второй подход имеет жесткие границы применимости по обводненности [3], за пределы которых вышли практически все существующие нефтяные месторождения.

Следующие две модели имеют более широкие возможности, но основная проблема промыслово-статистических моделей заключается в том, что каждая из них (а их насчитывается порядка 40 видов) может давать различный результат, и для корректной оценки требуется анализировать несколько моделей одновременно. Адаптационная геолого-промысловая модель имеет больше достоинств, чем недостатков, но является очень ресурсоемкой и сложной при проведении расчетов.

Проанализировав все достоинства и недостатки существующих моделей, было принято решение о необходимости разработки авторской модели анализа эффективности работы нефтяных скважин, описывающей зависимость коэффициента эффективности работы нефтяных скважин от наиболее важных геолого-физических и технологических показателей.

Разработку модели можно разделить на несколько этапов, представленных ниже:

1. Подготовка геолого-физических и технологических показателей работы скважин. Проверка соответствия нормальному закону распределения.

2. Анализ корреляционных связей между показателями. Выявление зависимых и независимых показателей эксплуатации скважин в группе геолого-физических и группе технологических показателей.

3. Получение уравнений регрессии для каждой из групп показателей, описывающих связь между зависимыми и независимыми показателями. Определение вида уравнения регрессии, получение коэффициентов регрессии.

4. Проведение свертки критериев, полученных в п. 2. Формирование суперкритерия, выступающего в качестве коэффициента эффективности работы скважин.

5. Расчет коэффициента эффективности работы по каждой нефтяной скважине, выводы об эффективности их работы.

Разрабатываемая математическая модель анализа эффективности работы нефтяных скважин позволит осуществлять экспресс-оценку их работы за счет введения суперкритерия-коэффициента эффективности, предоставит возможность изучения влияния отдельных геолого-физических и технологических признаков на результирующий признак благодаря применению регрессионного анализа. Также разрабатываемая модель будет лишена недостатков уже существующих моделей, что откроет большие возможности по оценке работы фонда нефтяных скважин.

Литература

1. Вирстюк А. Ю., Микшина В. С. Применение факторного анализа для редукции признакового пространства нагнетательных скважин // Вестник кибернетики. 2018. № 2 (30). С. 172–178.

2. Вирстюк А. Ю., Микшина В. С., Ельмендеев А. П. Применение математических моделей для оценки эффективности работы добывающих скважин // Информационная без-

опасность регионов России (ИБРР-2017) ; Юбилейная X Санкт-П. межрегион. конф., СПб., 1–3 ноября 2017 г. / СПОИСУ. СПб. 2017. С. 373–374.

3. Савельев В. А., Токарев М. А., Чинаров А. С. Геолого-промысловые методы прогноза нефтеотдачи : учеб. пособие. Ижевск : ИД Удмуртский университет, 2008. 147 с.

Волков А. В., Федоров Д. А.

ОПТИМИЗАЦИЯ ЛОГИСТИЧЕСКОЙ СЕТИ НЕФТЕСБЫТОВОЙ КОМПАНИИ

В статье рассмотрена возможность оптимизации логистической сети с помощью решения транспортной задачи (задача Монжа – Канторовича). Этот метод оптимизации позволил определить оптимальный выбор поставщика нефтепродуктов на конкретную АЗС в зависимости от расстояния.

Ключевые слова: логистическая система, нефтесбытовая компания, нефтебаза, АЗС (автозаправочная станция), линейное программирование, транспортная задача, опорный план, метод потенциалов.

Система нефтепродуктообеспечения, имеющая территориально-распределенную сетевую структуру, пропускает через себя большие объемы нефтепродуктов. Расчет этих потоков является сложной оптимизационной задачей большой размерности, эффективное решение которой требует применения соответствующих математических методов и моделей.

Оптимизация проводится в модели логистической сети – совокупности нефтебаз и АЗС, а также транспортных отношений между ними, по которым проходят материальные потоки нефтепродуктов, от нефтебаз до АЗС.

Объекты системы нефтепродуктообеспечения подразделяются на 3 основных типов:

- нефтебазы (далее – НБ) – выполняют функции хранения запасов и распределения нефтепродуктов, а также осуществляют оптовую торговлю нефтепродуктами;
- автозаправочные станции (далее – АЗС) – осуществляют розничную торговлю нефтепродуктами;
- подразделения транспорта (далее – ПТ) – предоставляют транспорт и осуществляют перевозку нефтепродуктов автомобильным транспортом между узлами сети.

Оптимизационный расчет потоков нефтепродуктов по логистической сети позволяет найти такое решение, при котором достигается минимум затрат (или максимум маржинальной прибыли), при учете ряда ограничений. Сравнивая затраты (или маржинальную прибыль) в различных конфигурациях логистической сети, лицо, принимающее решение, будет иметь возможность выбрать наиболее выгодную для предприятия конфигурацию и принять обоснованные управленческие решения по реорганизации системы нефтепродуктообеспечения.

Проведенное исследование базируется на сложившихся к настоящему времени научных подходах в области логистики, экономической теории, маркетинга, экономико-математического моделирования и оптимизации.

В ходе исследования была рассмотрена возможность оптимизации логистической сети с помощью решения транспортной задачи (задача Монжа – Канторовича). Это математическая задача линейного программирования специального вида. Ее можно рассматривать как задачу об оптимальном плане перевозок грузов из пунктов отправления в пункты потребления с минимальными затратами на перевозки.

Расстояние для транспортировки единицы груза из каждого пункта отправления в соответствующие пункты назначения задана матрицей расстояний в табл. 1.

Таблица 1

Матрица расстояний

	АЗС1	АЗС 2	АЗС3	АЗС4	АЗС5	АЗС6	АЗС7	АЗС8	АЗС9	АЗС10	Запасы
Нефтебаза 1 (Москва)	20	206	104	192	1 349	1 386	1 176	2 859	2 990	2 920	16 773
Нефтебаза 2 (Краснокамск)	1 349	1 548	1 474	1 365	10	37	243	1 510	1 641	1 571	4 842
Нефтебаза 3 (Сургут)	2 859	3 058	2 963	3 176	1 515	1 547	1 753	5	131	61	6 411
Потребности	5 595	1 291	4 084	5 803	1 249	1 090	2 503	2 135	857	3 419	

Таблица 2

Расположение пунктов назначения

Обозначение	Город расположения
АЗС1	Москва
АЗС2	Калуга
АЗС3	Обнинск
АЗС4	Рязань
АЗС5	Краснокамск
АЗС6	Пермь
АЗС7	Ижевск
АЗС8	Сургут
АЗС9	Лангепас
АЗС10	Федоровский

Проверим необходимое и достаточное условие разрешимости задачи:

$$\sum a \text{ (запасы)} = 16773,00 + 4842,00 + 6411,00 + 0 = 28026$$

$$\sum b \text{ (потребность)} = 5595,00 + 1291,00 + 4084,00 + 5803,00 + 1249,00 + 1090,00 + 2503,00 + 2135,00 + 857,00 + 3419,00 = 28026$$

Условие баланса соблюдается. Запасы равны потребностям. Следовательно, модель транспортной задачи является закрытой.

На первом этапе был найден первый опорный план транспортной задачи. Суть метода заключается в том, что из всей таблицы стоимостей выбирают наименьшую, и в клетку, которая ей соответствует, помещают меньшее из чисел a_i , или b_j .

Затем, из рассмотрения исключают либо строку, соответствующую поставщику, запасы которого полностью израсходованы, либо столбец, соответствующий потребителю, потребности которого полностью удовлетворены, либо и строку и столбец, если израсходованы запасы поставщика и удовлетворены потребности потребителя. Из оставшейся части таблицы стоимостей снова выбирают наименьшую стоимость, и процесс распределения запасов продолжают, пока все запасы не будут распределены, а потребности удовлетворены.

В результате получен первый опорный план, который является допустимым, так как все грузы из баз вывезены, потребность потребителей удовлетворена, а план соответствует системе ограничений транспортной задачи.

Подсчитаем число занятых клеток табл. 3, их 13, а должно быть $m + n - 1 = 13$. Следовательно, опорный план является невырожденным.

$$\text{Значение целевой функции для этого опорного плана равно: } F(x) = 20 \times 5595,00 + 206 \times 1291,00 + 104 \times 4084,00 + 192 \times 5803,00 + 10 \times 1249,00 + 37 \times 1090,00 + 243 \times 2503,00 + 5 \times 2135,00 + 131 \times 857,00 + 61 \times 3419,00 = 2\,909\,308.$$

Далее была проверена оптимальность составленного опорного плана. Опорный план пересоставлялся несколько раз до тех пор, пока не был составлен оптимальный.

Найдем предварительные потенциалы u_i, v_j по занятым клеткам табл. 3, в которых $u_i + v_j = c_{ij}$, полагая, что $u_1 = 0$.

$$u_1 + v_1 = 20; 0 + v_1 = 20; v_1 = 20$$

$$u_1 + v_2 = 206; 0 + v_2 = 206; v_2 = 206$$

$$u_4 + v_2 = 0; 206 + u_4 = 0; u_4 = -206$$

$$\begin{aligned} u_4 + v_7 &= 0; -206 + v_7 = 0; v_7 = 206 \\ u_2 + v_7 &= 243; 206 + u_2 = 243; u_2 = 37 \\ u_2 + v_5 &= 10; 37 + v_5 = 10; v_5 = -27 \\ u_2 + v_6 &= 37; 37 + v_6 = 37; v_6 = 0 \\ u_4 + v_9 &= 0; -206 + v_9 = 0; v_9 = 206 \\ u_3 + v_9 &= 131; 206 + u_3 = 131; u_3 = -75 \\ u_3 + v_8 &= 5; -75 + v_8 = 5; v_8 = 80 \\ u_3 + v_{10} &= 61; -75 + v_{10} = 61; v_{10} = 136 \\ u_1 + v_3 &= 104; 0 + v_3 = 104; v_3 = 104 \\ u_1 + v_4 &= 192; 0 + v_4 = 192; v_4 = 192. \end{aligned}$$

Таблица 3

Опорный план

	v1 = 20	v2 = 206	v3 = 104	v4 = 192	v5 = -27	v6 = 0	v7 = 206	v8 = 80	v9 = 206	v10 = 136
u1 = 0	20[5595,00]	206[1291]	104[4084,00]	192[5803]	1 349	1 386	1 176	2 859	2 990	2 920
u2 = 37	1 349	1 548	1 474	1 365	10[1249,00]	37[1090,00]	243[2503,00]	1 510	1 641	1 571
u3 = -75	2 859	3 058	2 963	3 176	1 515	1 547	1 753	5[2135]	131[857]	61[3419,00]
u4 = -206	0	0[0]	0	0	0	0	0[0]	0	0[0]	0[0]

Опорный план является оптимальным, так все оценки свободных клеток удовлетворяют условию $u_i + v_j \leq c_{ij}$.

Минимальные затраты составят: $F(x) = 20 \times 5595,00 + 206 \times 1291 + 104 \times 4084,00 + 192 \times 5803 + 10 \times 1249,00 + 37 \times 1090,00 + 243 \times 2503,00 + 5 \times 2135 + 131 \times 857 + 61 \times 3419,00 = 2\,909\,308$.

Выводы. В результате произведенных расчетов был получен оптимальный план транспортировки нефтепродуктов от каждой нефтебазы до конкретной АЗС:

1. Из первой НБ необходимо груз направить к АЗС1 (5595 т), АЗС2 (1291 т), АЗС3 (4084 т) и АЗС4 (5803 т).
2. Из второй НБ необходимо нефтепродукты направить к АЗС5 (1249 т), АЗС6 (1090 т) и АЗС7(2503 т).
3. Из третьей НБ необходимо груз направить к АЗС8 (2135 т), АЗС9 (857 т) и АЗС10 (3419 т).

Литература

1. Экономико-математическое моделирование : учеб. для вузов / под общ. ред. И. Н. Дрогобыцкого. М. : Экзамен, 2004.
2. Лунгу К. Н. Линейное программирование. Руководство к решению задач. М. : Физматлит, 2005.
3. Малыхин В. И. Математика в экономике : учеб. пособие. М. : ИНФРА-М, 2002.
4. Шайторова И. А. Методы оптимизации : метод. пособие. Сургут : Изд-во СурГУ, 2004.

УДК 533.27

Ганиев М. И., Дёмко А. И., Семенов О. Ю.

ЛАЗЕРНЫЙ ОПТИЧЕСКИЙ МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ УТЕЧЕК НЕФТИ И ГАЗА ИЗ ТРУБОПРОВОДОВ

В статье предложен способ исследования утечек нефти и газа методом углового отклонения луча лазера в потоке испарений нефтепродукта по изменению поперечного гради-

ента концентрации в открытом резервуаре с нефтью. Обнаружена зависимость углового отклонения луча лазера от скорости разлива нефти. Проведены измерения распределения концентрации углеводородных газов.

Ключевые слова: оптический метод, лазерный луч, газ, нефть, нефтяные загрязнения, трубопровод, диффузия, дистанционный метод.

Основной причиной загрязнения окружающей среды нефтепродуктами является разгерметизация трубопроводов. На сегодняшний день не всегда удается обнаруживать утечки нефти и газа и оперативно реагировать на их устранение. Постоянное лазерное сканирование трасс трубопроводов может помочь своевременному обнаружению и локализации разливов нефти. Представленная в работе методика измерения распределений плотности и концентрации в слоях нефти и газа является актуальной научно-технической задачей. Она связана с разработками новых методов обнаружения утечек горючих газов и нефти вблизи нефтяных и газовых магистралей. С точки зрения практического применения стоит задача выбора метода обнаружения утечек нефтепродуктов, основными требованиями к данному методу являются: практичность, надежность и экономичность.

В научных работах [1, 2] рассмотрены приборы и методы определения концентрации нефти и газа. Авторами работ [3, 4] анализируются методы и приборы индикации паров легких углеводородов в местах их утечек из трубопроводов; подчеркнуты достоинства и недостатки каждого из методов, обоснована их применимость и показана перспективность использования. В работе [5] рассмотрены ГОСТы эксплуатации нефтепроводов, правил ликвидации аварий и повреждений на магистральных нефтепроводах.

Одним из эффективных способов измерения концентрации и плотности газа является метод определения показателя преломления по угловому отклонению луча лазера, проходящего через оптическую неоднородность с поперечным по отношению к направлению луча градиентом. Основной трудностью таких измерений является неоднородность и несимметричность распределений плотности и показателя преломления среды, а также рельеф местности, по которой проложена трасса трубопроводов. Возможным решением этой задачи является использование известных закономерностей отклонения лазерного луча при прохождении через оптическую неоднородность и получение новых данных распределений концентрации газов при вытекании нефтегазоводной смеси из поврежденного трубопровода.

Одним из вариантов системы дистанционного обнаружения утечек из газопроводов и нефтепроводов является система мониторинга нефтяных загрязнений на земной поверхности по трассе их расположения. При появлении утечки газа, нефти или нефтепродуктов углеводородные газы образуют облако углеводородного газа над местом выхода нефтяного сырья, которое можно зафиксировать по отклонению лазерного луча.

Для разработки метода определения оптимальных режимов измерения и структуры углеводородного газа, принцип действия которого основан на явлении отклонения светового луча в оптической неоднородной среде, была разработана экспериментальная установка, представленная на рис. 1.

Были проведены следующие эксперименты: измерены временные зависимости угловых отклонений луча при его постоянной вертикальной координате; получены зависимости угла отклонения от градиента показателя преломления (концентрации) и проведены расчеты распределений концентраций углеводородного газа.

Объектом исследования в экспериментальных работах является метод расчета распределений концентраций в диффузионном слое углеводородного газа в воздухе.

В экспериментах определялись необходимые параметры установки для проведения точных измерений угловых отклонений лазерного луча при различных условиях утечек углеводородного газа и нефти. Далее были проанализированы возможные преимущества и недостатки методов расчета, источники погрешностей методики эксперимента и проводимых измерений.

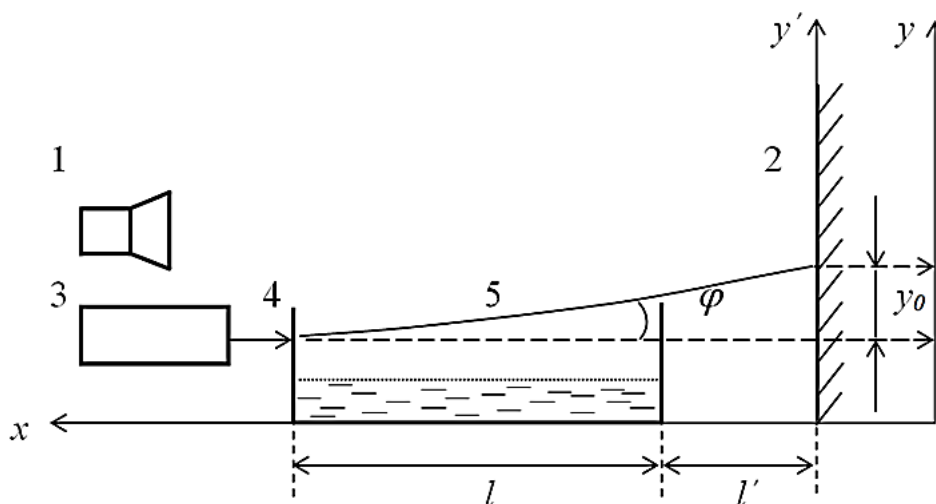


Рис. 1. Схема экспериментальной установки для измерения угловых отклонений лазерного луча над открытым резервуаром с нефтепродуктом:
1 – цифровая фотокамера; 2 – стенд-экран; 3 – лазер; 4 – лазерный луч; 5 – открытый резервуар с нефтью

Цифровая фотокамера (рис. 1. 1) фиксирует отклонение лазерного луча на измерительном стенде-экране (рис. 1. 2), рядом с которым находится открытый резервуар с нефтью (рис. 1. 5). Для экспериментов применялся оптический лазер (рис. 1. 3) мощностью 50 мВт, работающий в непрерывном режиме. Лазер (рис. 1. 3) устанавливали так, чтобы его луч (рис. 1. 4) оставался параллельным нижней стенке резервуара (рис. 1).

Смещение луча лазера y_0 , в системе координат с точкой отчета первоначального хода лазерного луча измеряли с помощью миллиметровой шкалы стенда-экрана, цена деления которого была равна 0,5 мм. Для уменьшения погрешности измерения отклонения лазерного луча, расстояние между выходной частью измерительной системы и стендом-экраном – l и l' увеличивали до 3,5 м. Уменьшение диаметра лазерного луча (рис. 1. 4) на экране производилось путем изменения выходной энергии лазера (рис. 1. 3). Фото- и видеофиксацию процесса отклонения лазерного луча при разливе нефти производили цифровым фотоаппаратом (рис. 1. 1). На рис. 2 показана фотография отклонения вертикального лазерного луча, проходящего над открытым резервуаром с нефтью (рис. 1. 5).

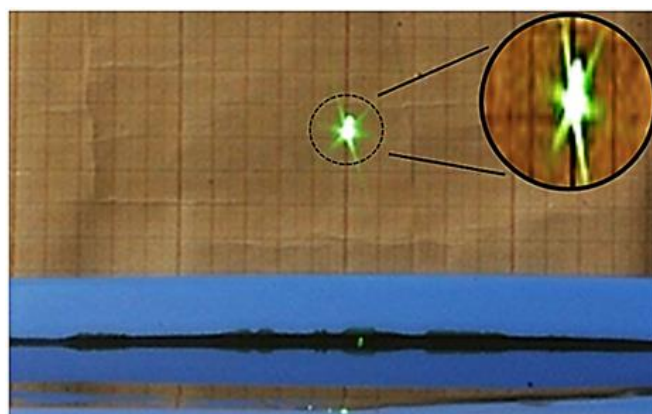


Рис. 2. Вертикальное отклонение луча лазера над открытым резервуаром с нефтью

Угловые отклонения луча лазера изменялись в течение нескольких секунд на значительную величину, поэтому отклонение луча на экране снимали в режиме цифровой видеозаписи, после чего производили обработку записи для получения четкого фотоизображения. Полученные зависимости величин позволяют вычислить угловой коэффициент в уравнении (1).

Тангенс угла наклона диффузионного слоя углеводородного газа равен:

$$\operatorname{tg} \varphi = \left(\frac{y - y_0}{\Delta t_1} \right) \frac{\Delta t_2}{l + l'} \quad (1)$$

где Δt_1 – время разлива нефти в резервуаре;

$\Delta t_2 = t_2 - t_1$ – время процесса диффузии;

$l + l'$ – расстояние от лазера до измерительного стенда-экрана.

На рис. 3 показан график, характеризующий отклонение лазерного луча от времени по вертикальной координате y' .

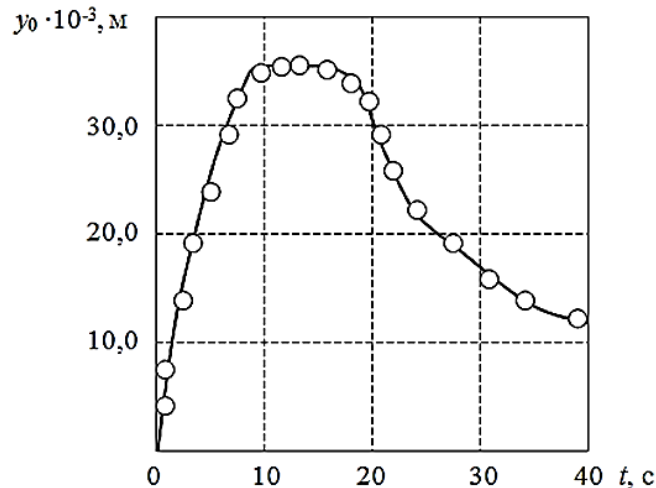


Рис. 3. График зависимости вертикального отклонения луча лазера от времени при фиксированной вертикальной координате лазерного луча

Данные эксперимента, устанавливающие зависимость отклонения луча лазера от времени вытекания газа, позволяют получить дополнительные сведения о структуре углеводородного нефтяного слоя. На рис. 4 показана зависимость градиента показателя преломления от вертикальной координаты луча лазера. Погрешности измерений определяются скоростью процессов молекулярной и конвективной взаимной диффузии углеводородного газа и воздуха. Величина относительного вклада каждого из видов переноса вещества изменяется по мере испарения газа.

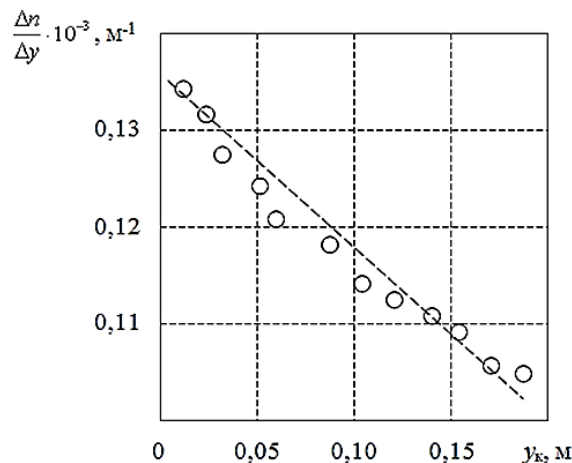


Рис. 4. Зависимость градиента показателя преломления от вертикальной координаты луча лазера

Представленный метод измерений применим для определения поля концентраций в объеме, в котором происходит утечка или приток газа. В производственных и технологических целях метод может быть использован для оперативного обнаружения изменения концентрации газа в замкнутом объеме. Наибольшая эффективность метода достигается при сканировании следующих объектов: шахт, туннелей и закрытых нефтегазовых магистралей и путепроводов, имеющих большую длину.

Работа выполнена в рамках проекта в области фундаментальных и прикладных исследований «Комплект приборов для экологического мониторинга и нефтегазового комплекса» при поддержке Департамента образования и молодежной политики (приказ от 25.08.2017 № 1281) Ханты-Мансийского автономного округа – Югры и Сургутского государственного университета.

Литература

1. Ганиев М. И., Дёмко А. И., Семенов О. Ю. Применение пьезоэлектрических преобразователей в магнитострикционных уровнемерах // Технологии будущего нефтегазодобывающих регионов : сб. ст. I Междунар. научно-практич. конф. молодых ученых и специалистов. 2018. С. 59–63.
2. Шошин Е. Л., Семенов О. Ю. Использование метода резонансной компрессии при подповерхностном зондировании локальных объектов в укрывающих средах // Современная наука : актуальные проблемы теории и практики. Сер. Естественные и технические науки. 2018. № 3. С. 24–29.
3. Belov M. L., Belov A. M., Gorodnichev V. A., Kozintsev V. I. Laser method of control for thin oil films on water surface based on measurement of first-order and second-order derivatives of reflection coefficient. *Atmos. Oceanic Opt.*, 2011. Vol. 24, № 7. P. 568–571.
4. Hodgkinson J., van Well, B., Padgett, M., Pride, R.D. Modelling and interpretation of gas detection using remote laser pointers, *Spectrochimica Acta Part A*. 2006. Vol. 63. P. 929–939.
5. Правила ликвидации аварий и повреждений на магистральных нефтепроводах: РД153-39.4-114-01 : утв. ОАО АК «Транснефть» 28.12.01 : введ. в действие с 20.02.02.

УДК 654.91:681.7.068

Гостюхин С. П.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ОПТИЧЕСКОГО УСИЛИТЕЛЯ

В статье представлены результаты моделирования эрбиевых усилителей для волоконно-оптических линий связи. Моделирование было реализовано с сонаправленной и противонаправленной накачкой для двух длин волн накачки – 980 нм и 1480 нм.

Ключевые слова: волоконно-оптические линии связи, эрбиевые усилители.

В волоконно-оптических системах передачи существует ряд факторов, ограничивающих скорость и дальность передачи. Основными из них являются затухание, дисперсия и нелинейные оптические эффекты. Для компенсации явления затухания сигнала и используются оптические усилители. Существует два типа устройств, компенсирующих затухания: повторители и оптические усилители [1, 2]. Повторители преобразуют оптический сигнал в электрический, усиливают его, корректируют, а затем снова преобразуют в оптический. Усилители же обеспечивают усиление непосредственно оптического сигнала. Они разные, как по конструкции, так и по назначению: волоконные, полупроводниковые и

нелинейные. Каждый из видов отличается друг от друга, как по характеристикам, так и по конструкции, однако назначение у них одно – усиливать входящий сигнал [3, 4].

В данной работе обсуждается модель наиболее популярного усилителя – с использованием волокна, легированного эрбием. Для исследования данной модели были построены схемы с сонаправленной (мощность накачки вводится по направлению распространения сигнала) и противонаправленной накачкой (мощность накачки направлена навстречу сигналу). Сняты некоторые зависимости для определения лучшей из них.



Рис.1. Функциональная схема эрбиевого ВОУ

Главным элементом волоконно-оптического усилителя является оптическое волокно с примесью редкоземельного материала. Для длин волн $1530 \div 1550$ нм данный материал – эрбий (Er). Легированное волокно берется длиной 20–100 м.

Волокно накачивается излучением от дополнительного лазера, после чего оно становится усиливающей средой. В некоторых случаях используется накачка двумя лазерами с двух сторон. Контроль усиления управляет током накачки лазера с помощью обратной связи, которая устанавливается через делитель мощности. Усиливаемый сигнал и волны накачки после объединения в мультиплексоре направляются в легированное волокно, где увеличивается мощность сигнала. Основная часть мощности усиленного сигнала проходит через фильтр на выход. Фильтр обрезает волны накачки и шумы, не попадающие в полосу частот сигнала. Оптический изолятор исключает вероятность попадания сигналов, отраженных в усилителе, во входящую оптическую линию.

Для исследования модели эрбиевого усилителя была использована программная среда OptiSystem. В ней были построены схемы эрбиевого усилителя с сонаправленной накачкой (рис. 2) и противонаправленной накачкой (рис. 3), сигнал излучается на длине волны $\lambda_c = 1550$ нм, что соответствует третьему окну прозрачности.

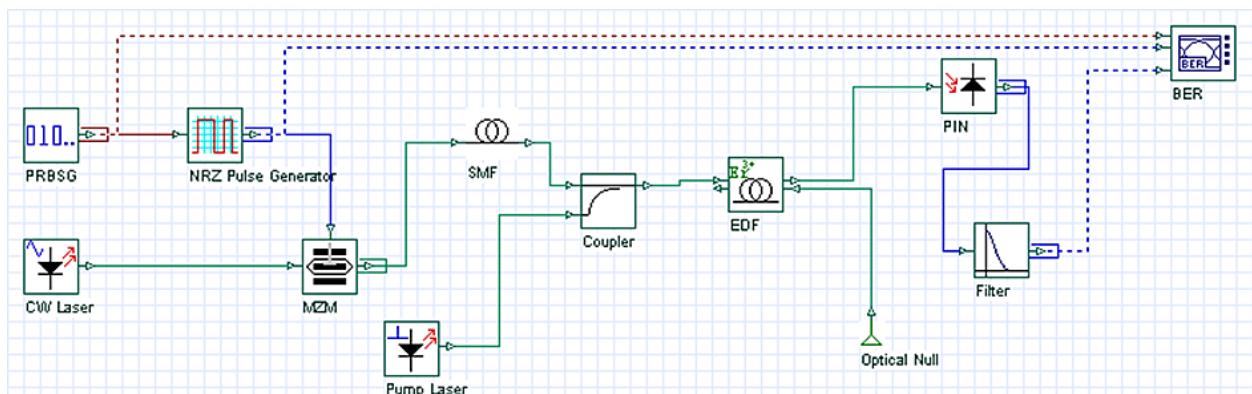


Рис.2. Схема для исследования эрбиевого усилителя с сонаправленной накачкой

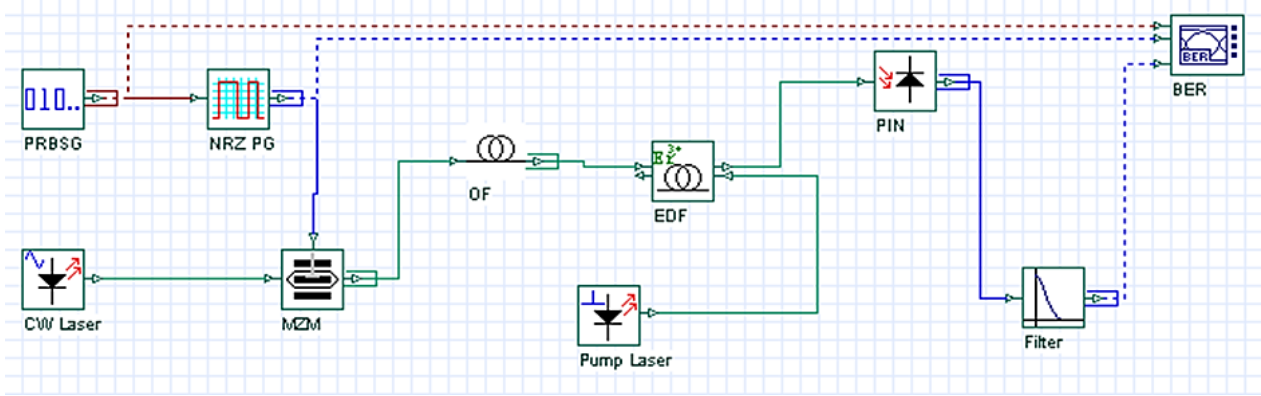


Рис. 3. Схема для исследования эрбиевого усилителя с противонаправленной накачкой

Коэффициент качества при длине волокна $L_{SMF} = 155$ км без усилителя равен $Q = 7,05$, что соответствует коэффициенту ошибок 10^{-12} и является нормальным уровнем.

На рис. 4 и рис. 5 представлены результаты моделирования коэффициента качества.

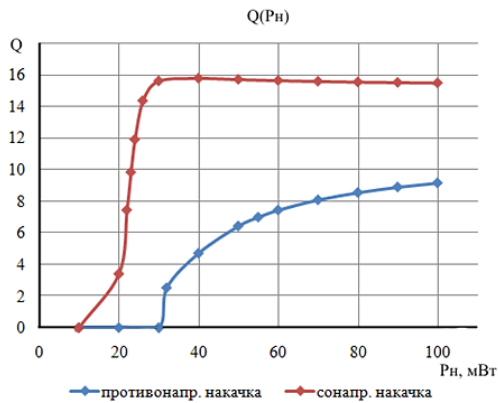


Рис. 4. Зависимость коэффициента качества от мощности накачки ($L = 10$ м, $\lambda_n = 980$ нм, $\lambda_c = 1550$ нм)



Рис. 5. Зависимость коэффициента качества от длины эрбиевого волокна ($P_n = 10$ мВт, $\lambda_n = 980$ нм, $\lambda_c = 1550$ нм)

В целом, на представленных рисунках показано, что коэффициент качества при сонаправленной накачке имеет больше высоких значений, а исследование ее использования более рационально. Поэтому именно сонаправленная схема и была выбрана для дальнейших исследований – моделирования коэффициента усиления. Это моделирование проводилось на схеме, которая приведена на рис. 6. Длина участка усиления была выбрана 20 м.

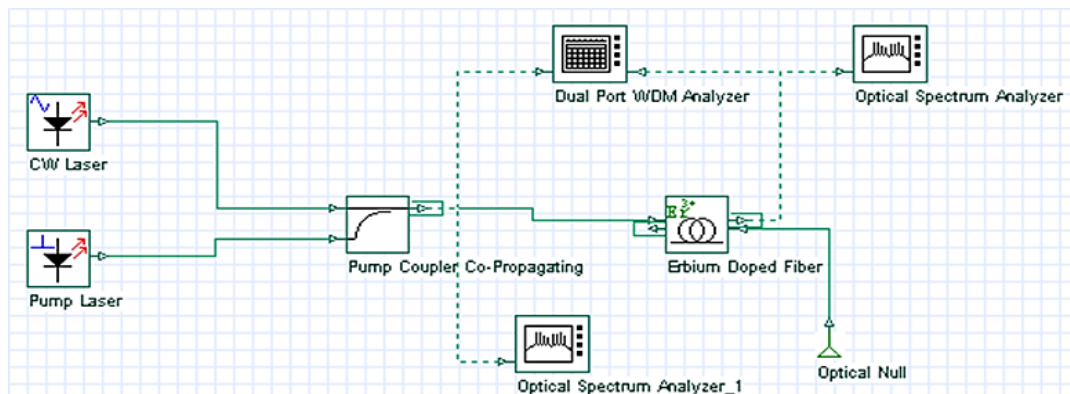


Рис.6. Схема для исследования коэффициента усиления с сонаправленной накачкой

На последующих рисунках представлены зависимости коэффициента усиления от длины эрбиевого усилителя (рис. 7) и от мощности накачки (рис. 8).

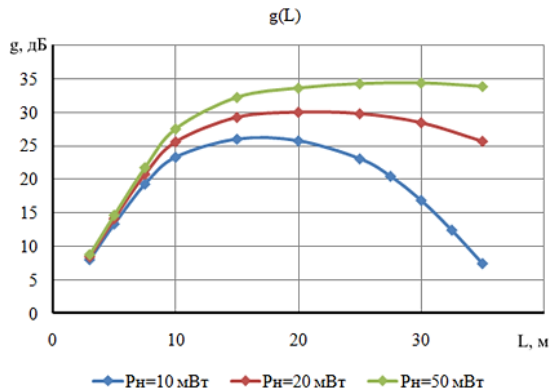


Рис. 7 Зависимость коэффициента усиления от длины эрбиевого волокна

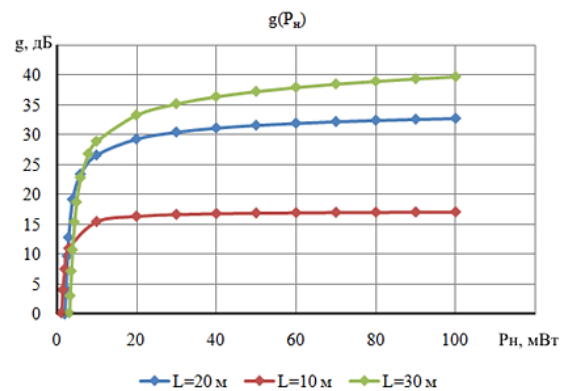


Рис. 8 Зависимость коэффициента усиления от мощности накачки

Из рис. 7 следует, что оптимальная длина эрбиевого волокна (при заданных параметрах) составляет 30 м, так как при этой длине наблюдается наибольший коэффициент усиления, а на рис. 8 можно заметить, что при увеличении мощности накачки растет длина эрбиевого волокна, которую можно использовать для усиления сигнала.

Таким образом, в работе представлены результаты моделирования параметров эрбиевых усилителей с сонаправленной и противонаправленной накачкой. Коэффициенты качества показали, что сонаправленная накачка является наиболее эффективной как на длине волны накачки 980 нм, так и на 1 480 нм. Также были исследованы зависимости коэффициента усиления от мощности накачки длины эрбиевого волокна, было получено, что оптимальная длина эрбиевого волокна в большинстве случаев составляет 30 м, с увеличением мощности накачки растет коэффициент усиления. На длине волны сигнала 1 530 нм при мощности меньше 0 дБм наблюдается наибольший коэффициент усиления

Литература

1. Бородихин М. Г., Заславский К. Е. Волоконно-оптические системы передачи [Электронный ресурс] : практикум. Новосибирск : Сибирск. гос. ун-т телекоммуникаций и информатики, 2010. 139 с.
2. Довольнов Е. А. Мультиплексорное и усилительное оборудование многоволновых оптических систем передачи : учеб. пособие. Томск : Томск. гос. ун-т систем управления и радиоэлектроники, 2012. 156 с.
3. Иванов А. Б. Волоконная оптика: компоненты, системы передачи, измерения. М. : Syrus Systems, 1999. 671 с.
4. Цуканов В. Н. Волоконно-оптическая техника : практич. руководство. М. : Инфра-Инженерия, 2015. 304 с.

УДК 004.62, 004.65

Гуз И. Д., Соловьев Н. А., Острейковский В. А.

ОБ ОДНОМ ПОДХОДЕ К ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ИНФРАСТРУКТУРЫ ХРАНЕНИЯ ДАННЫХ ДАТА-ЦЕНТРА

В данной статье подробно рассмотрена структура обеспечения безопасности хранилищ данных и предложены методы ослабления угроз. Кроме того, подробно рассмотрены архитектура системы безопасности и механизмы защиты инфраструктуры хранения данных. Решение вопросов безопасности стало неотъемлемым компонентом управления хранилищем данных и основным параметром, отслеживаемым в отношении всех компонентов дата-центра.

Ключевые слова: центр обработки данных, дата-центр, информационная безопасность, вычислительная инфраструктура.

Центр обработки данных (далее – ЦОД) (или дата-центр) – это отказоустойчивая комплексная централизованная система, обеспечивающая автоматизацию бизнес-процессов с высоким уровнем производительности и качеством предоставляемых сервисов [6].

Современный ЦОД – комплексное решение по управлению информационными системами предприятия. Это совокупность помещений, внешних площадок, инженерного оборудования, образующая единую систему для размещения средств передачи, хранения и обработки информации с заданной степенью доступности. ЦОД включает в себя набор взаимосвязанных программных и аппаратных компонентов, организационных процедур, мест размещения этих компонентов и персонала для безопасной централизованной обработки, хранения и предоставления данных, сервисов и приложений. С системной точки зрения ЦОД – отказоустойчивое, комплексное, централизованное решение, охватывающее информационные и инженерные системы. В обычном представлении центр обработки данных – специализированное здание, где располагается серверное, сетевое оборудование и системы хранения данных, которые размещаются в стандартных стойках [5].

Центры обработки данных востребованы государственными службами (электронное правительство, госуслуги), крупными организациями, такими как банки, страховые и торговые корпорации, предприятия добывающей отрасли, телекоммуникационные компании (биллинговые системы, хостинги, всевозможные Web-сервисы и социальные службы). Все они используют сложные бизнес-приложения, и их деятельность зависит от надежности функционирования ИТ-инфраструктуры.

Предназначение ЦОД – обеспечение безотказной работы бизнес-процессов, надежное хранение данных и гарантированный доступ к ним.

Перед ЦОД ставится ряд основных задач:

- хранение и анализ большого количества информации;
- обеспечение безопасности ИТ-систем;
- максимальная доступность данных;
- безотказность систем;
- объединение распределенных систем;
- обеспечение бесперебойной работы.

Все это в конечном итоге ведет к повышению надежности функционирования бизнес-процессов [1].

Среди всех задач информационной безопасности можно выделить 4 основные: обеспечение целостности данных, их доступность, конфиденциальность и обеспечение возможности ведения учета всех операций, которые проводятся с данными. В данной системе собраны все нормы, процедуры и способы ведения безопасности, которые необходимы для уменьшения степени угроз в сфере системы хранения информации.

Конфиденциальность обеспечивает данным необходимую секретность, а доступ к информации имеет ограниченное число только авторизированных пользователей. Пользователи, которые запрашивают доступ к определенным данным, должны пройти идентификацию. Некоторые данные, независимо от их состояния, будь то информация, которая находится в процессе передачи (передается по кабелям), либо информация, которая находится в состоянии покоя (локализованная в главном хранилище, размещенная на носителях резервных копий, либо в архивном хранилище), могут быть зашифрованы. Конфиденциальность информации несет под собой несколько функций: обеспечение защиты трафика и закрытия доступа для пользователей, которые не прошли процедуру авторизации. Все это включает в себя засекреченность адресов, как источника, так и приемника, количество и частоту отправок любой конфиденциальной информации и объема данных, которые прошли передачу.

Обеспечение целостности данных подразумевает под собой предоставление гарантий по отсутствию изменений в информации. Это и обнаружение попыток несанкционированного доступа, изменения и удаления данных, внесение исправлений и выявления ошибок в данной информации, а также в системах.

Доступность данных дает возможность безопасного и своевременного доступа к информации, системам и разнообразным дополнительным приложениям, которые размещены на данных системах только для пользователей, прошедших идентификацию. Доступность данных нуждается также в защите от несанкционированного удаления информации и отмены обслуживания. Тут стоит уточнить, что для предоставления услуг необходимо наличие достаточного количества ресурсов. Это требование также входит в доступность данных [2].

Обеспечение возможности ведения учета информации содержит в себе фиксацию всех действий и операций, которые были проведены в инфраструктуре дата-центра. Служба учета ведет документацию, которая позволяет просмотреть и провести проверку в целях обеспечения безопасности.

Информация сегодня является одним из важнейших активов каждой организации. Также к активам можно отнести различные составляющие инфраструктуры, которые предоставляют доступ к информации. К ним относится различное оборудование и программное обеспечение. Организациям необходимо разработать пакет параметров, позволяющих гарантировать доступ к информации авторизированным пользователям и высоконадежным сетям, для защиты данных активов. Данные параметры применимы к ресурсам сбережения данных, сетевой инфраструктуре и политикам организации.

Обеспечение безопасности информации несет в себе две цели: свободный доступ к сети для зарегистрированных пользователей (включая, надежную и стабильную работу при любых условиях, в любой обстановке и степени загруженности устройств), и максимально усложненный доступ к системе для потенциальных мошенников и минимизирование вероятности взлома системы.

Методы обеспечения безопасности должны заключаться в принятии соответствующих мер против несанкционированного доступа, проникновения различных вирусов и вредоносных программ. К мерам безопасности также относится возможность зашифровки важной информации и отключение либо удаление различных служб, которые не используются для того, чтобы снизить до минимума количество уязвимых мест в системе безопасности. К данным методам относится регулярная установка обновлений операционной системы и всех рабочих программ. На постоянной основе необходимо создавать достаточное количество копий, что обеспечит сохранность всех данных, в случае несанкционированного проникновения в систему. Правила безопасности и работы со всеми данными должны строго выполняться всеми пользователями.

Для оценки методов обеспечения безопасности и их эффективности необходимо учитывать следующие критерии: затраты на осуществление работы системы должны быть лишь частью от полной оценочной стоимости защищаемой информации, возможный взлом данной системы должен нести за собой весомые утраты для взломщика (как по стоимости, так и по затраченному времени и усилиям) [7].

Меры безопасности могут быть реализованы на трех разных уровнях: вычислительной системы, сети и хранилища, что минимизирует риски возникновения угроз в виртуализированном и облачном пространстве.

Соблюдение мер безопасности по части физического сервера, гипервизора, виртуальной техники и операционной системы, запущенной на данной технике, формируют в целом обеспечение безопасности вычислительной инфраструктуры.

Обеспечение безопасности физического сервера – это применение механизмов аутентификации и авторизации пользователей. Данные программы определяют пользователей и предоставляют им доступ к серверу. При этом производится отключение либо удаление всех неактивных элементов оборудования (привода накопителей, сетевые адаптеры, USB-порты). Данные действия минимизируют область возможных атак против сервера.

Единственной точкой взлома системы безопасности сразу для всей активной виртуальной техники является гипервизор. Обнаружение вирусов антивирусными программами становится затрудненным благодаря вредоносным программам и руткитам, которые установлены на гостевой операционной системе. В связи с этим важнейшим моментом обеспечения безопасности данных является регулярное обновление гипервизоров, а также обеспечение защиты системы управления, которая находится в гипервизоре. Хакерские атаки на систему управления влияют на работу всех виртуальных устройств и впоследствии могут способствовать созданию новых виртуальных машин. Во избежание взломов и атак, управление системой должно проводиться только авторизованными администраторами с помощью отдельного сетевого экрана, установленного между системой управления и всеми остальными устройствами сети.

Одним из наиболее эффективных способов защиты виртуальных машин от атак является увеличение уровня обеспечения их безопасности и их изоляция. Увеличение уровня защиты подразумевает процесс изменения исходной конфигурации для достижения более высокого уровня безопасности. Изоляция виртуальных машин осуществляется на уровне гипервизора и помогает предотвратить влияние взломанной гостевой системы на другие операционные системы. Виртуальные и облачные среды также нуждаются в дополнительных мерах обеспечения безопасности на уровне гостевой операционной системы и приложений [4].

Одними из основных мер безопасности выступают межсетевой экран, обнаружение несанкционированных проникновений, зона демилитаризации и шифрование данных. Данные меры обеспечивают сведение к минимуму уязвимости на сетевом уровне.

Межсетевой экран выступает защитой сетей от несанкционированного доступа, сохраняя лишь доступ в пределах законного обмена информацией. Межсетевой экран обеспечивает ограничение доступа к удаленному администрированию в виртуализированной и облачной средах при условии доступности гипервизора для удаленного администрирования. Межсетевой экран также обеспечивает защиту трафика между виртуальными машинами, а его услуги могут быть предоставлены виртуальным межсетевым экраном, работающем исключительно на гипервизоре. Виртуальный экран отслеживает и позволяет вести контроль за трафиком виртуальных машин, применять политики на их уровне и проводить фильтрацию пакетов [3].

Сегодня мы видим все больше новых уязвимых мест в ресурсах центров хранения информации, а активное увеличение объема сетей хранения данных только способствует этому. Поголовное сетевое хранение информации на базе использования IP-сетей открывает новые уязвимые места данных сетей. Также различные действия по упрощению работы с данными и внедрение всевозможных нормативных требований только увеличивают объем работы администрации дата-центров по устранению угроз взлома системы безопасности внутри организации и за ее пределами [8].

Литература

1. Басина Н. Д. Центры обработки данных : существенные факты. // СЮ. 2015. № 2. С. 5–9.

2. Вильчинский Н. В. От хранения данных к управлению информацией. СПб. : Питер, 2016. 544 с.
3. Гоменюк А. Р., Сопенко С. И. Строим центр обработки данных // Корпоративные системы. 2017. № 5. С.6–11.
4. Джош Джад Основы проектирования SAN. М. : Brocade : Россия и СНГ, 2008. 589 с.
5. Лисецкий Ю. М. Построение современного территориально-распределенного центра обработки данных // Программные продукты и системы. 2014. № 2. С. 10–16.
6. Накипов Р. Р., Коротаев М. В. Коммерческие центры обработки данных // Connect! Мир Связи. 2016. № 8. С. 3–8.
7. Орлов С. А. Оптимальный ЦОД // Журнал сетевых решений Lan. 2011. С. 50–61.
8. Харатишвили Д. А. Центры обработки данных: вчера, сегодня, завтра // КомпьютерПресс. 2017. № 11. С. 4–8.

УДК 654.91:681.7.068

Климков Ю. Г.

ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ОХРАНЫ ПРОТЯЖЕННЫХ ОБЪЕКТОВ

Представлены результаты, полученные с помощью волоконно-оптического охранного комплекса «Шелест». Приведены типичные сигналы кратковременного воздействия на охраняемый объект (удар) и воздействия длительного (тряска). Представлены Фурье-спектры обоих типов воздействия и отмечены их характерные особенности, позволяющие их различать.

Ключевые слова: охрана периметра, волоконно-оптический кабель-сенсор.

Современные системы охранной сигнализации характеризуются высокой эффективностью и строятся в зависимости от потребностей заказчика [1, 3], но большинство может лишь зафиксировать факт проникновения (например, видеонаблюдение). Нарушитель рассчитывает на временной промежуток с момента проникновения до момента, пока не сработает сигнализация. Поэтому самым надежным средством защиты от несанкционированного проникновения на территорию объекта является охрана периметра. Периметральные охраняемые системы способны засечь попытку вторжения и поднять тревогу до его непосредственного возникновения [2, 4]. Современные оборудование и методы цифровой обработки сигналов позволяют не только обнаружить проникновение среди таких влияющих на систему факторов, как проезжающий поблизости транспорт, погодные условия и т. д., но и с большой точностью идентифицировать вид вторжения, будь то попытка перелезть через ограждение, перебежать периметр или разрушить ограду.

В статье представлены результаты наблюдений и анализа результатов воздействия двух типов воздействия на волоконно-оптическую охранную систему периметра – «Шелест». «Шелест» – система, осуществляющая контроль и оповещение дежурных пунктов о состоянии охраняемой территории. Данная система обеспечивает раннее обнаружение несанкционированного проникновения в промышленную зону, где работает крупная техника. Комплекс является отечественным изобретением.

Комплекс обеспечивает:

- обработку информации, поступающей с охраняемой территории и ее отправку на дежурный пункт;
- обнаружение проникновения;
- отправку сигнала тревоги в пункт охраны в случае несанкционированного проникновения в зону проведения работ;

- система может располагаться на взрывоопасной территории, где возможна утечка газа или горючей жидкости;
- отpravку сигналов о вeдущихся работах;
- интеграцию других технических средств наблюдения (камеры видеонаблюдения).

Экспериментальный комплекс, используемый в работе, выполнен из обрабатывающего блока, расположенного в лаборатории и кабеля-сensors, закрепленного на ограждении вдоль периметра парковочной стоянки университета и кабеля-сensors, закопанного в грунт (рис. 1). Кабель-сeнсор, закрепленный на ограждении, поделен на две зоны. Длина 1-й зоны составляет около 200 м, длина 2-й зоны – около 100 м. Кабель-сeнсор, закопанный в грунт, располагается вблизи участка 1-й зоны, закрепленного на ограждении кабеля, и имеет длину около 20 м.

Система представляет собой совокупность чувствительных элементов и технических средств вычисления. В качестве чувствительного элемента используется оптоволоконный датчик-сeнсор, формирующий сигналы оповещения и тревоги (рис. 1).

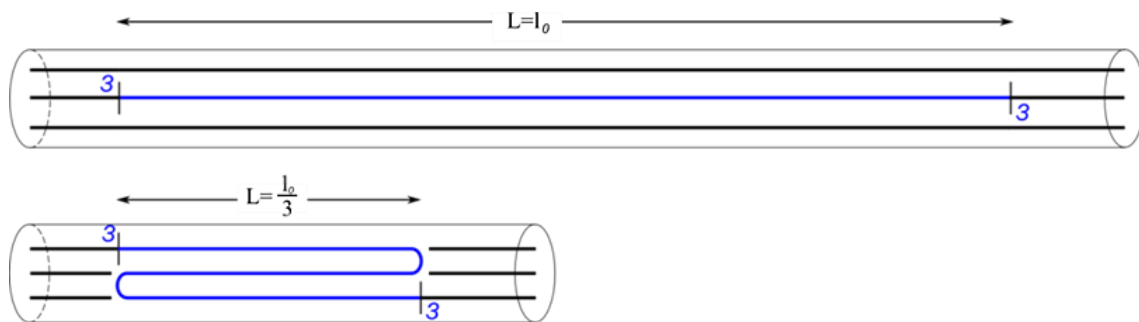


Рис. 1. Разделение участка на контролируемые секции

Отличительная особенность системы заключается в том, что ее можно поделить на несколько секторов и самим задать его длину. Это позволяет с большой точностью локализовать место вторжения и следить за состоянием зоны. Длину сектора определяют на стадии производства. Максимальная длина сектора может составлять 560 м. Подсистема секторов обладает повышенной чувствительностью и подстраивается под характеристики грунта.

Типичные сигналы, полученные с 1-й зоны кабеля-сensors, закрепленного на ограждения, представлены на рис. 2.

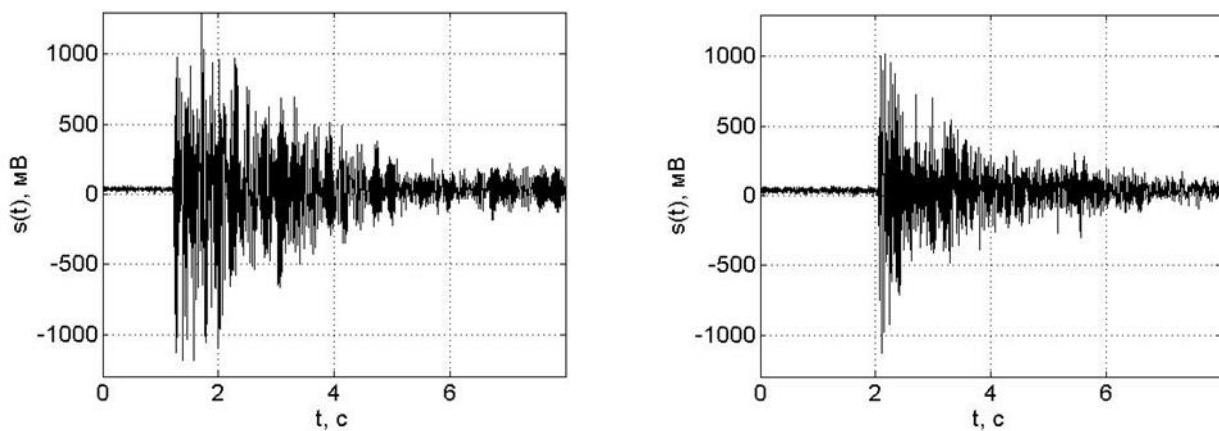


Рис. 2. Сигналы длительного воздействия (тряски), зафиксированные в 1-й зоне закрепленного кабеля: левый график – весенний период; правый график – осенний период

Можно выделить постоянно присутствующий шум с амплитудой около 50 мВ и затухающий по экспоненте сигнал внешнего воздействия на ограду.

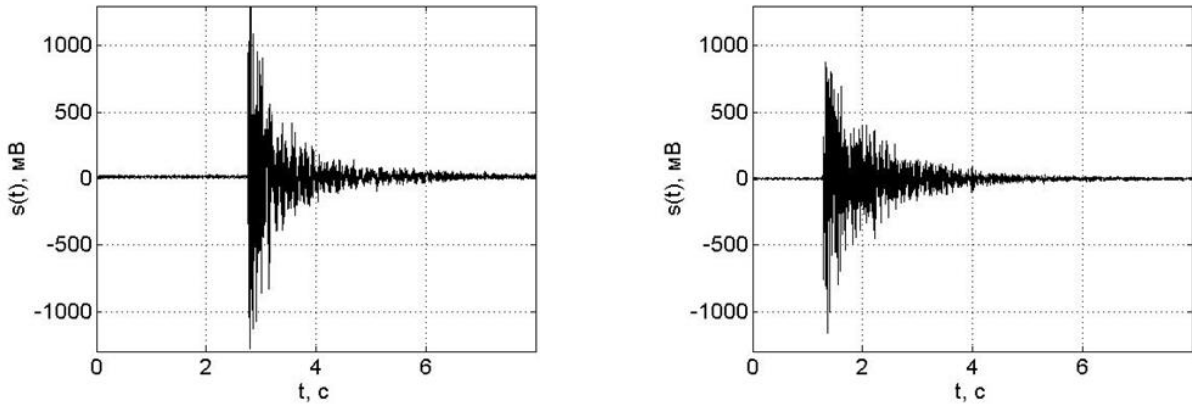


Рис. 3. Сигналы тряски, зарегистрированные во 2-й зоне закрепленного кабеля:
левый график – весенний период; правый график – осенний период

На всех представленных графиках постоянный шум в районе 80 мВ и затухающий по экспоненте сигнал от внешнего воздействия.

На последующих графиках представлены сигналы, вызываемые ударом металлического предмета на ограду.

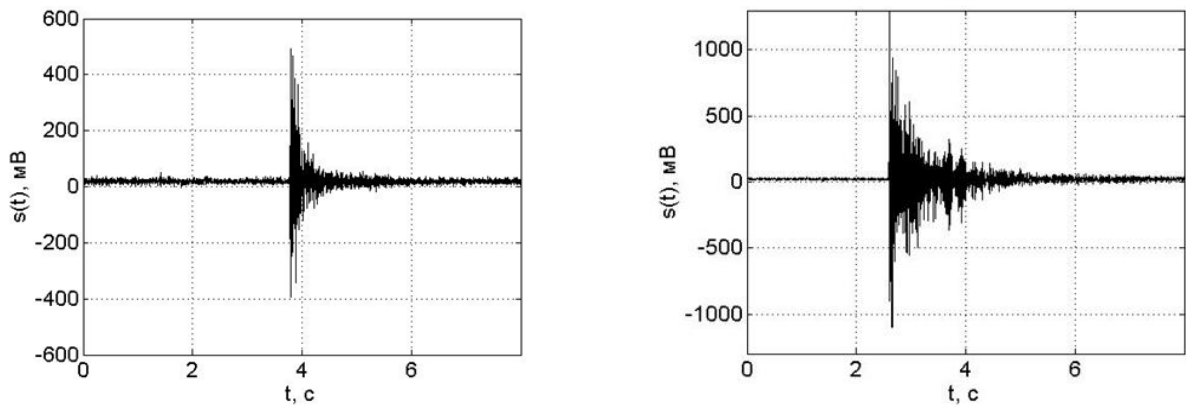


Рис. 4 Сигналы удара, зафиксированные в 1-й зоне закрепленного кабеля:
левый график – зимний период; правый график – осенний период

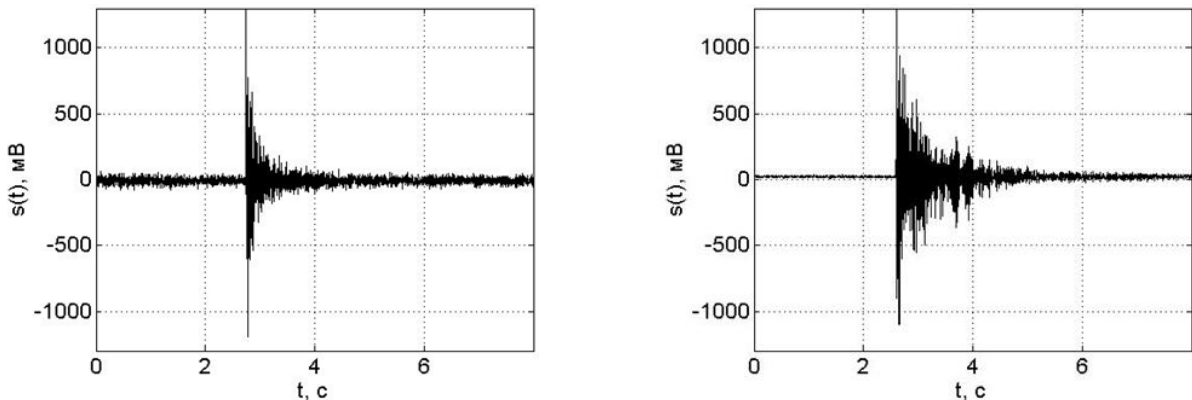


Рис. 5. Сигналы удара, зарегистрированные подземным кабелем:
левый график – весенний период; правый график – осенний период

Из рисунков видно, что удар по сравнению с тряской имеет меньшую протяженность по времени. Имеют место и отличия в Фурье-спектрах от этих типов воздействия, которые представлены на последующих рисунках

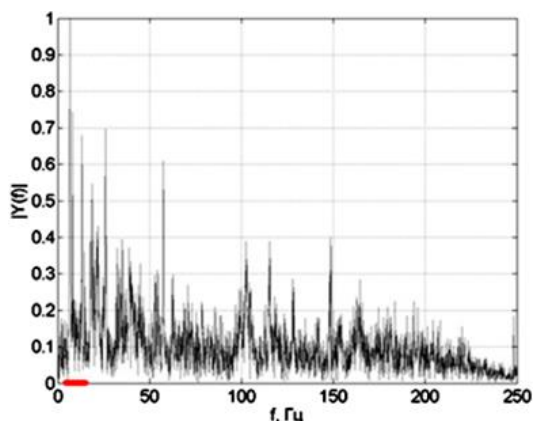


Рис. 6а. Фурье-спектры сигналов от тряски ограждения (1-я зона закрепленного кабеля)

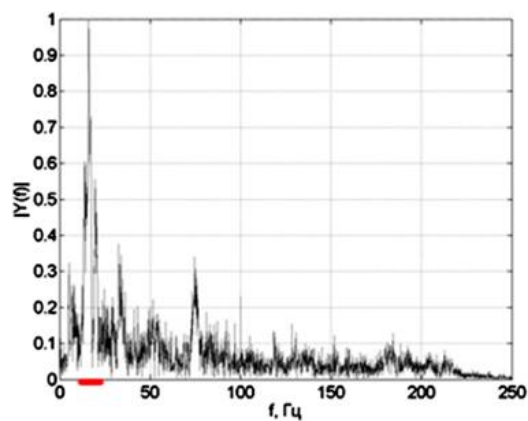


Рис. 6б. Фурье-спектры сигналов от тряски ограждения (подземный кабель)

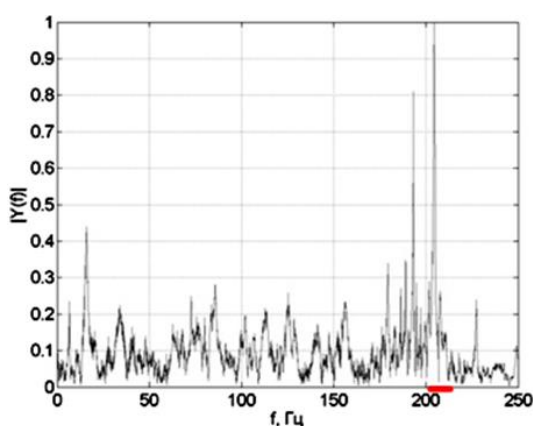


Рис. 7а Фурье-спектры сигналов от удара по ограде металлическим предметом (1-я зона закрепленного кабеля)

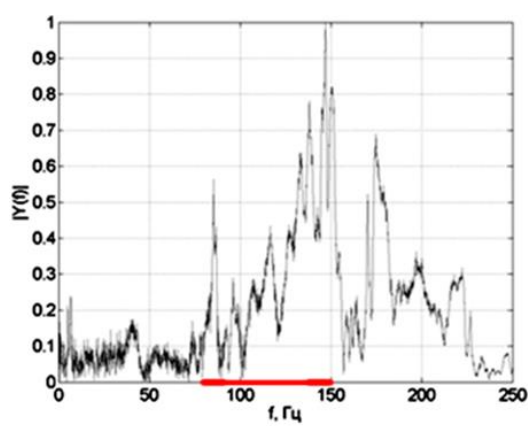


Рис. 7б. Фурье-спектры сигналов от удара по ограждению металлическим предметом (подземный кабель)

Из рисунков видно, что при длительном воздействии (тряски), доминирующие в Фурье-спектрах частоты, приходится на низкочастотный диапазон 16 до 20 Гц, а при кратном воздействии – ударе, доминирующие гармоники наблюдаются в области частот 140 до 230 Гц.

Представленные результаты носят предварительный характер, но и из них видна возможность идентификации типа воздействия при проникновении на охраняемый объект. По результатам работы начала формироваться электронная база сигналов воздействия.

Литература

1. Буймистряк Г. Я. Информационно-измерительная техника и технология на основе волоконно-оптических датчиков и систем. СПб. : Изд-во ИВА, ГРОЦ Минатома, 2005. 191 с.
2. Джексон Р. Г. Новейшие датчики. М. : Техносфера, 2007. 384 с.
3. Кульчин Ю. Н. Распределенные волоконно-оптические измерительные системы. М. : Физматлит, 2001. 272 с.
4. Оптоволоконные сенсоры / под ред. Дж. Дейкина и Б. Калшо. М. : Мир. 1992. 289 с.

УДК 004.85

Коромыслов А. С.

ПРОБЛЕМЫ СТАБИЛИЗАЦИИ И ВОСПРОИЗВЕДЕНИЯ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ КЛАССИФИКАЦИИ

Существуют задачи классификации объектов на основе большого количества параметров, которые могут иметь зависимость между собой. Бывают случаи, когда можно классифицировать объекты с помощью малой группы зависимых между собой параметров объекта. Данную зависимость не всегда можно определить с помощью коэффициента корреляции.

Ключевые слова: нейронная сеть, классификация, весовые коэффициенты, параметры.

На сегодняшний день нейронные сети в основном применяются для решения задач распознавания образов, классификации, кластеризации, прогнозирования и оптимизации.

В качестве образа может выступать текстовый символ, изображение, образцы звуков и т. д. Обучение производится по принципу предоставления набора образов с указанием того, к какому классу они относятся. Каждый образ состоит из вектора значений признаков. Совокупность всех признаков должна однозначно определять класс, к которому относится образ. По окончании обучения сети ей можно предъявлять неизвестные ранее образы и получать ответ о принадлежности к определенному классу.

Топология такой сети характеризуется тем, что количество нейронов в выходном слое, как правило, равно количеству определяемых классов. При этом устанавливается соответствие между выходом нейронной сети и классом, который он представляет. Когда сети предъявляется некий образ, на одном из ее выходов должен появиться признак того, что образ принадлежит этому классу. В то же время на других выходах должен быть признак того, что образ данному классу не принадлежит [3].

Существует несколько видов обучения, такие как: обучение с учителем, без учителя и обучение с подкреплением. При рассмотрении метода обучения с учителем стоит отметить, что веса и пороговые уровни задаются случайными значениями. Созданная таким образом сеть абсолютно неадекватна решаемой задаче и может генерировать на выходе только шум. Поэтому ошибка в начале обучения очень велика, и есть смысл вводить большие коррекции параметров. Ближе к концу обучения ошибка значительно снижается, и коррекции должны быть небольшими. Чтобы менять длину шагов по параметрам, используют «расписание обучения» [4].

Исходя из того, что веса и пороговые уровни задаются случайными значениями при обучении нейронной сети, можно сказать, что результаты обучения будут различны.

У реальных нейронов, в отличие от модели формального нейрона, весовой коэффициент меняется в зависимости от проходящих сигналов [1].

Существуют задачи классификации объектов на основе большого количества параметров, которые могут иметь зависимость между собой. Бывают случаи, когда можно классифицировать объекты с помощью малой группы зависимых между собой параметров объекта. Данную зависимость не всегда можно определить с помощью коэффициента корреляции.

В процессе обучения нейронной сети происходит подбор параметров так, чтобы при решении задачи определялся результат максимально точно. При повторном обучении (алгоритм обратного распространения ошибки) нейронной сети с отличным начальным набором значений начальных коэффициентов может привести к различным значениям весовых коэффициентов выходного слоя данной [2]. Другими словами нейронная сеть может не учитывать значение не влияющего параметра, но для этого приходится перезапускать процесс обучения сети.

Литература

1. Васенков Д. В. Методы обучения искусственных нейронных сетей // Компьютерные инструменты в образовании. 2007. № 1. С. 20–29.
2. Гавриленко Т. В., Егоров А. А., Еловой С. Г. Нелинейная динамика изменения весовых коэффициентов нейронной сети в процессе обучения // Вестник СурГУ. 2013. № 2. С. 26–31.
3. Горбань А. Н., Россиев Д. А. Нейронные сети на персональном компьютере. Новосибирск : Наука, 1996. 276 с.
4. Шумков Е. А. Генетическая топология поиска нейросетевых моделей // Научный журнал КубГАУ. 2013. № 93.

УДК: 535.361

Кочеров С. А, Шадрин Г. А, Ельников А. В.

ДОСТОВЕРНОСТЬ ИЗМЕРЕНИЙ РАЗМЕРОВ НАНОЧАСТИЦ МЕТОДОМ КОРРЕЛЯЦИОННОЙ СПЕКТРОСКОПИИ РАССЕЯННОГО СВЕТА

В статье рассматривается статическая проверка нового способа фотонной корреляционной спектроскопии. В качестве приемника излучения используется цифровая видеокамера. На тестовом образце рассматривается факторный эксперимент. В результате эксперимента анализируются полученные погрешности параметров мутной среды.

Ключевые слова: фотонная корреляционная спектроскопия, мутные системы, корреляционная функция флуктуаций интенсивности.

Метод лазерной корреляционной спектроскопии (также метод динамического рассеяния света (далее – ДРС)) находит широкое распространение при исследованиях молекулярных растворов. Его применяют в физике, химии, биологии и других областях науки и техники. Основная идея метода – это измерение корреляционной функции флуктуаций интенсивности рассеянного раствором света. Из корреляционной функции интенсивности можно определить так называемое, «время корреляции», которое обратно пропорционально коэффициентам диффузии Dt рассеивающих частиц в жидкости. Это позволяет, в случае сферических частиц, определить их размер, если известны температура, вязкость и показатель преломления растворителя. В случае монодисперсного раствора, размеры частиц можно определить достаточно точно. Если же в растворе присутствуют два сорта частиц и их размеры отличаются менее чем в три раза, точность их определения в растворе сильно уменьшается.

Суть данной работы заключалась в исследовании достоверности измерений размеров наночастиц в растворах с помощью разработанного метода анализа видеофайла рассеянного света, а также определение оптимальных процедур измерения и обработки данных для получения наилучшего результата на модельных растворах.

Существует много различных экспериментальных методов для определения коэффициентов диффузии макромолекул, одним из которых является метод ДРС. Коэффициент диффузии, определяемый этим методом, носит название коэффициента взаимной диффузии, Dt . Наиболее точные результаты по определению Dt получают для разбавленных растворов макромолекул.

Метод динамического рассеяния света относится к классу обратных задач. ДРС, он же метод лазерной доплеровской анемометрии (далее – ЛДА), – это метод исследования структуры и динамики газообразных и жидких сред, основанный на анализе временной автокорреляционной функции флуктуации интенсивности рассеянного излучения.

В приборе используется гелий-неоновый лазер с длиной волны $\lambda = 632,816$ нм. Луч лазера проходит на исследуемый образец в прозрачной кювете, где рассеивается на микро-

скопических флуктуациях наночастиц. Свет, рассеиваемый на частицах, регистрируется под прямым углом и попадает на цифровую камеру высокого разрешения. Для сохранения когерентности сбора точечная диафрагма перед камерой должна иметь размер порядка первой зоны Френеля. При меньших размерах уменьшается отношение сигнал шум, при увеличении размера уменьшается когерентность, и амплитуда корреляционной функции уменьшается.

При измерениях используется разбиение на части суммарного времени измерения, получившиеся корреляционные функции и интенсивности рассеяния анализируются, и если средняя интенсивность на каком-то отрезке времени больше чем в остальных, измерения за этот отрезок игнорируются, остальные усредняются. Это позволяет убрать искажения корреляционно функции редкими частицами пыли (размерами несколько микрон).

Измерялись диаметры частиц в растворе молока в воде 250 промилле. Проводилась запись 5-минутного ролика. Обработка производилась оригинальным программным обеспечением (реализовано на базе свободно распространяемой библиотеки компьютерного зрения OpenCV) в разных частях изображения и на разных длительностях видео. Для цифровой интерпретации значений интенсивности света используется цветовое пространство RGB (сокращение от названий основных составляющих белого цвета Red, Green, Blue). Значения диаметров частиц в таблице:

Таблица

Значения диаметров частиц

Серия измерений	Диаметр частиц
вдоль	$3,11 \pm 0,33 \cdot 10^{-4} \text{ м}$
верхний левый	$5,00 \pm 2,36 \cdot 10^{-4} \text{ м}$
время	$1,57 \pm 1,11 \cdot 10^{-4} \text{ м}$
диагональ	$4,20 \pm 1,70 \cdot 10^{-4} \text{ м}$
конец	$2,76 \pm 0,58 \cdot 10^{-4} \text{ м}$
начало	$2,90 \pm 0,42 \cdot 10^{-4} \text{ м}$
нижний левый	$4,11 \pm 0,64 \cdot 10^{-4} \text{ м}$
середина	$2,98 \pm 0,51 \cdot 10^{-4} \text{ м}$

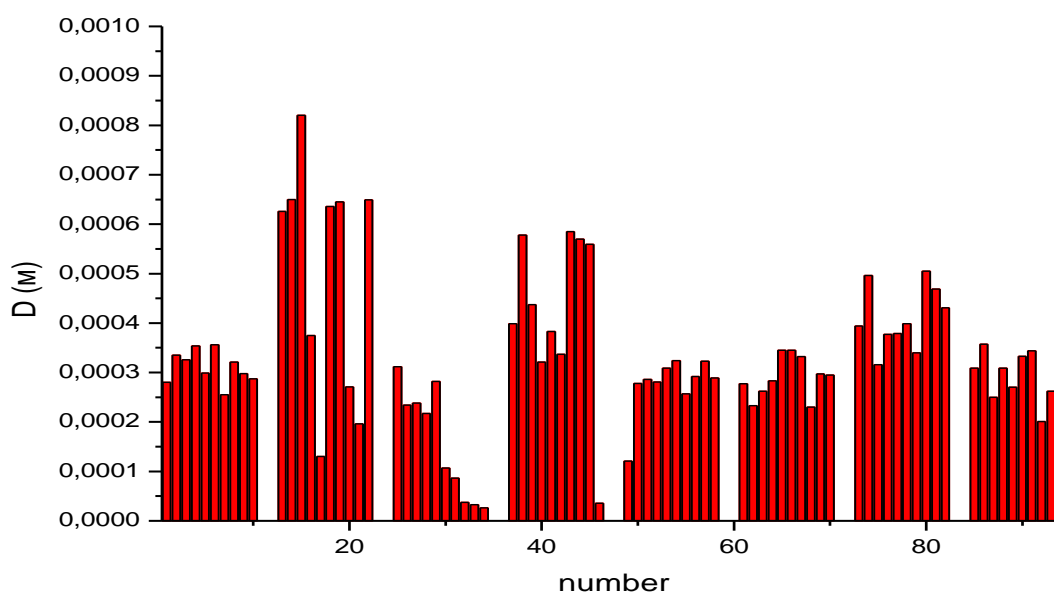


Рис. 1. Серии измерений диаметров частиц:

1 – вдоль; 2 – верхний левый; 3 – время; 4 – диагональ; 5 – конец;
6 – начало; 7 – нижний левый; 8 – нижний правый; 9 – середина

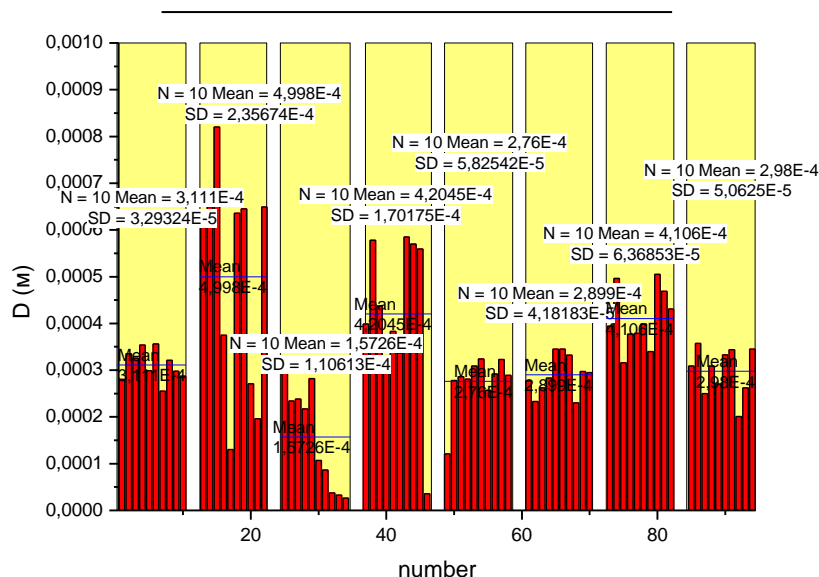


Рис. 2. Серии измерений и статистическая обработка

Из рис. 1 и 2 можно видеть, что распределение по точкам внутри луча имеет меньший разброс, за исключением нижних углов (там сказывается конус Тиндалля). Распределение же по времени четко указывает на уменьшение точности с уменьшением длины видео. Также видно, что в конце луча точность увеличивается из-за уменьшения интенсивности света.

В целом видно, что метод корреляционной спектроскопии рассеянного света с помощью анализа видеофайла работает с приемлемой точностью. Размер частиц при соблюдении количества отсчетов и качества съемки рассчитывается корректно.

Литература

1. Спектроскопия оптического смещения и корреляция фотонов / под ред. Г. Камминса, Э. Р. Пайка. М. : Мир, 1978. 584 с.
2. Berne B. J., R. Pecora. Dynamic Light Scattering with Applications to Chemistry, Biology and Physics. N.Y. : Willey-Interscience, 1976. 376 p.
3. Dynamic Light Scattering: The Method and Some Applications / Ed. by W. Brown. Oxford : Clarendon Press, 1993. 735 p.
4. Фотонная корреляционная спектроскопия с помощью цифрового видео / Г. А. Шадрин ; под ред. К. К. Горбатова. Сургут : СурГУ, 2015, № 4. С. 68–71.

УДК 681.7.068

Кравченко А. Н.

ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКАЯ СЕТЬ КОЛЬЦЕВОГО ТИПА

В статье рассмотрена кольцевая городская сеть связи для скоростей 2,5 Гбит/с и 10 Гбит/с. Дано краткое описание исследуемой модели. Приводятся результаты исследования модели в виде графиков зависимостей Q-фактора от длины волокна.

Ключевые слова: DWDM, кольцевая городская сеть, волоконно-оптическая линия связи.

Введение. Оптические системы передачи информации являются одним из наиболее перспективных современных направлений в области техники связи, так как именно оптическое

волокно может обеспечить наиболее высокую скорость передачи данных, что в наше время очень необходимо, именно поэтому страны с наиболее развитой инфраструктурой переходят на ВОЛС [1–3]. С использованием широкополосного доступа в интернет, а также с расширением полосы пропускания, на рынке услуг появилось огромное количество новых предложений, технологий от компаний операторов. Все это способствует стимулированию и динамичному росту трафика, а переход к ВОЛС сможет предоставить возможность расширить спектр услуг для конечных пользователей.

Целью работы является проведение исследования городских волоконно-оптических сетей с мультиплексированием в волновой области (DWDM), имеющих кольцевую архитектуру.

На рис. 1 представлена в графическом виде кольцевая городская сеть без усилителей и без компенсации дисперсии. В ходе исследования была снята зависимость Q-фактора от длины волокна между узлом связи (далее – УС) для разных значений мощности передатчика. Во время данной работы использовали ОВ между УС длиной 30 км с последующим шагом 5 км. Длина волокна для последней точки определялась как максимальная допустимая длина, с вышеуказанным шагом, +1 шаг.

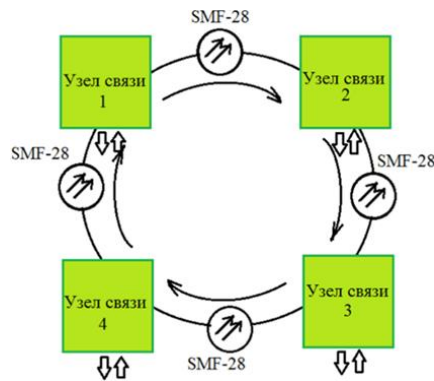


Рис.1. Схематичное изображение кольцевой структуры городской оптической сети без усилителей, без компенсации дисперсии

В данных моделях за основу было взято 4 идентичных узла связи. На рис. 2 представлена модель данного узла, по которой видно, что узел связи состоит из оборудования передачи (генератор импульсов с NRZ кодированием, лазер с внутренней модуляцией), оборудования приема (PIN фотодетектор, низкочастотный фильтр), оптического мультиплексора ввода/вывода, обеспечивающего ввод передаваемой информации в оптическое волокно, а также вывод из него информации. Так же узел связи содержит в себе генератор псевдослучайной битовой последовательности и оптический аттенуатор на входе. Между узлами связи было проложено одинаковое волокно SMF-28, работающее на длине волны $\lambda = 1550$ нм с дисперсией, равной 16,75 пс/(нм × км). Сигнал исследовался односторонний.

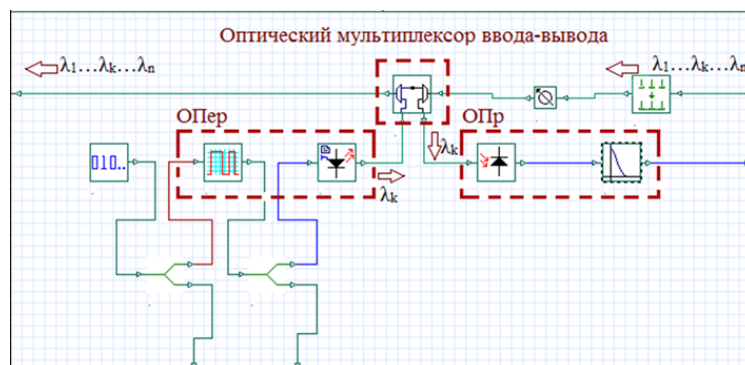


Рис. 2 Модель узла связи

В процессе этих исследований были построены графики зависимостей Q-фактора от длины волокна между узлами связи L для разных скоростей передачи данных. На рис. 3 показан график для скорости передачи информации 2,5 Гбит/с, на рис. 4 – график для 10 Гбит/с.

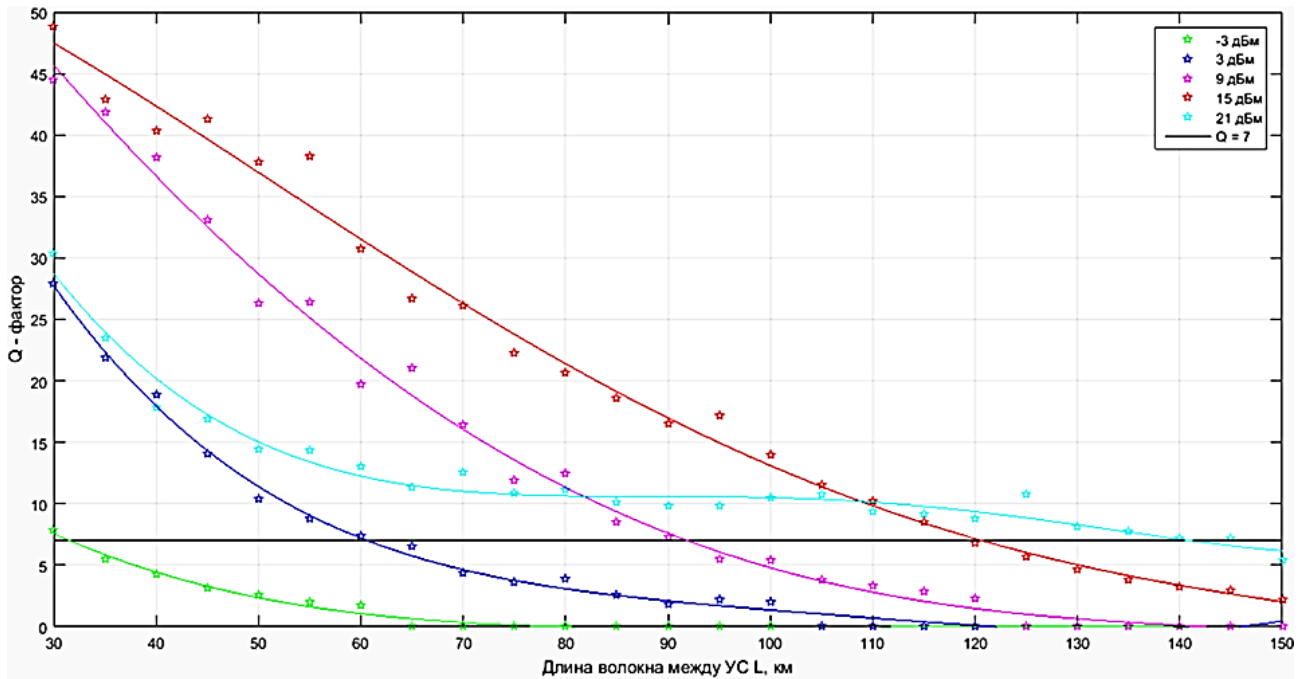


Рис. 3. График зависимости Q-фактора от длины волокна между узлами связи L для разных мощностей передатчика для скорости V = 2,5 Гбит/с

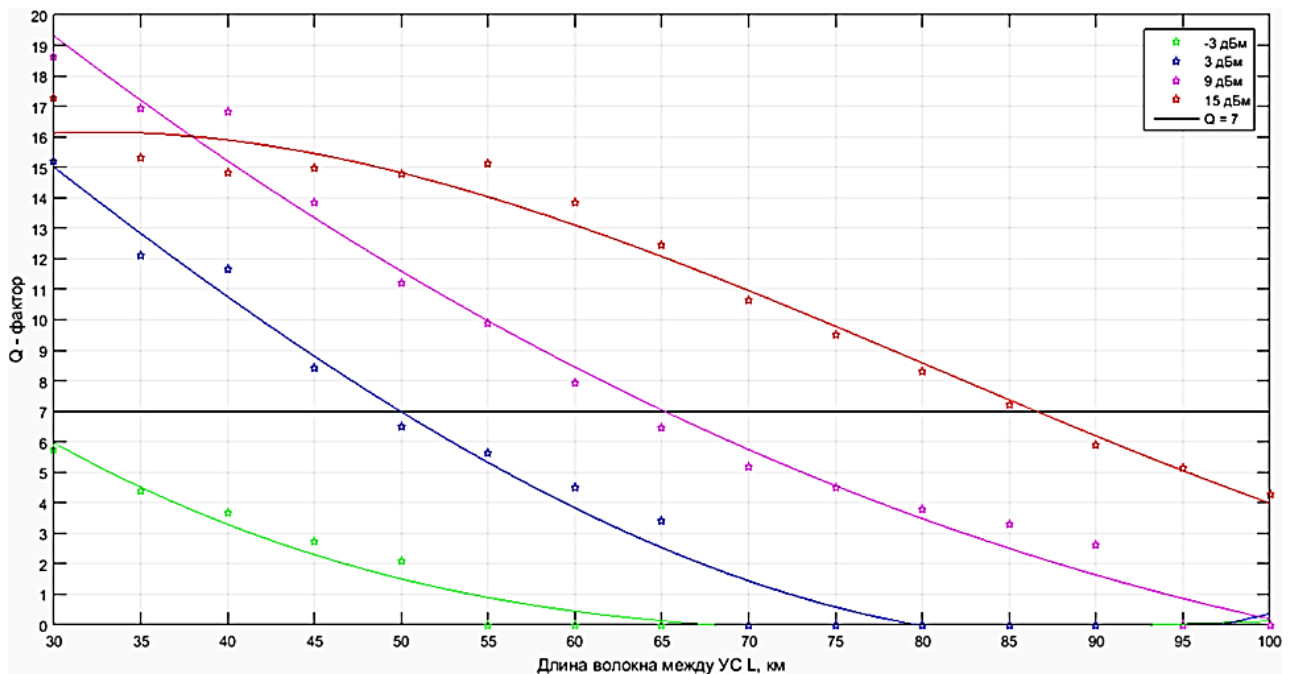


Рис. 4. График зависимости Q-фактора от длины волокна между узлами связи L для разных мощностей передатчика для скорости V = 10 Гбит/с

По данным выше значениям были найдены максимальные длины волокна между УС для каждой из мощностей передатчика, которые удовлетворяют требованию, чтобы Q-фактор был равен 7. Данные результаты представлены на графике рис. 5.

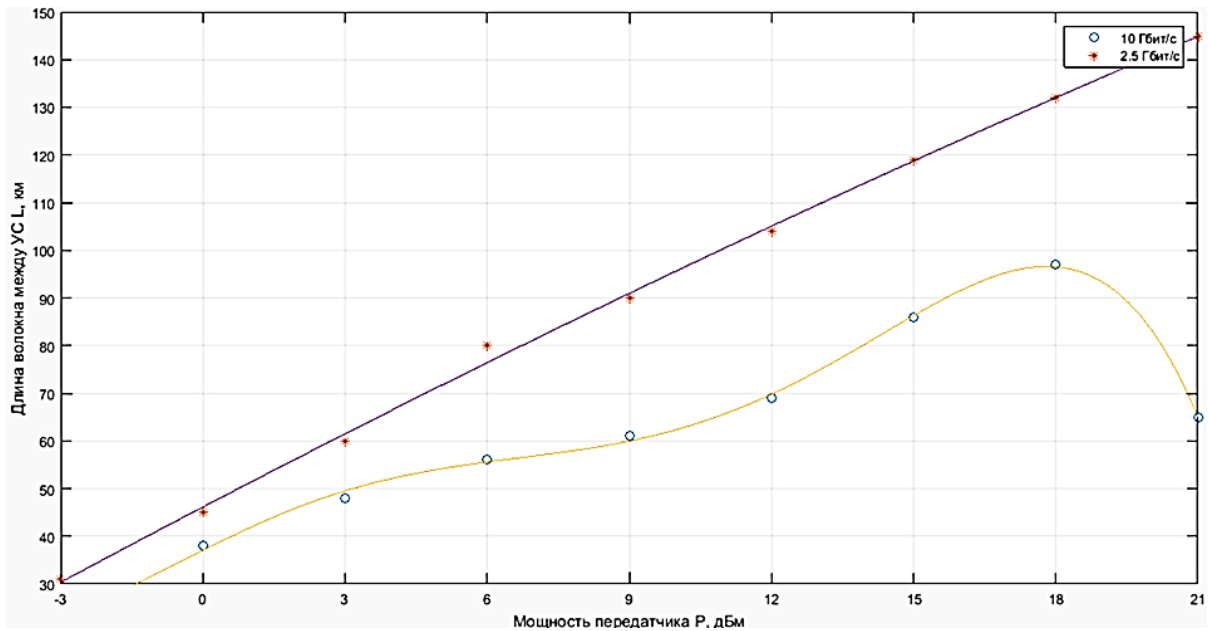


Рис. 5. График зависимости максимальной длины волокна L от мощности передатчика P для скоростей $V = 2,5$ Гбит/с и $V = 10$ Гбит/с

По результатам данного исследования можно сделать вывод о том, что оптимальной мощностью для городской оптоволоконной линии связи кольцевого типа будет являться мощность передатчика равная 18 дБм, которая позволяет передавать информацию на расстояния до 580 км при $V = 2,5$ Гбит/с и до 388 км при $V = 10$ Гбит/с.

Литература

1. Фокин В. Г. Когерентные оптические сети. Новосибирск : СибГУТИ, 2015. 371 с.
2. Ельников А. В., Сысоев С. М., Панина Т. А. Волоконно-оптические системы передачи : учеб. пособие. Сургут : ИЦ СурГУ, 2013. Ч. 1. 194 с.
3. Ельников А. В., Сысоев С. М., Черный М. С. Волоконно-оптические системы передачи : учеб. пособие. Сургут : ИЦ СурГУ, 2014. Ч. 2. 124 с.

УДК 621.317

Логонов В. А.

МЕТОДИКА ИДЕНТИФИКАЦИИ ИСТОЧНИКА СИГНАЛОВ ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ВИБРОАКУСТИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА

В статье рассмотрены основные принципы методики идентификации типа воздействия на физическую границу охраняемого объекта. Дано краткое описание волоконно-оптической системы виброакустического мониторинга, расположение кабель-датчика для проведения тестовых испытаний. Приводятся сигналы и их Фурье-спектры от двух типов воздействия на охраняемый периметр: тряска ограждения; удар по ограде металлическим инструментом.

Ключевые слова: Фурье-спектр, волоконно-оптические системы, корреляционный анализ.

Введение. Волоконно-оптические системы виброакустического мониторинга обеспечивают высокую защищенность объектов от проникновения на их территорию. Чувствитель-

ным элементом таких систем является волоконно-оптический кабель-сенсор. Данные системы достаточно эффективны, однако для повышения эффективности системы охраны требуется разработка методики идентификации не только самой попытки проникновения, но и типа воздействия на физическую границу объекта. Обеспечить идентификацию типа воздействия можно посредством использования цифровой обработки сигналов системы.

Для проведения тестовых измерений и дальнейших системных наблюдений в целях начального этапа формирования базы данных внешних воздействий использовалась система «Шелест». Система «Шелест» состоит из центрального блока с программным обеспечением и одномодового оптического кабеля-сенсора. Важная особенность системы заключается в том, что волоконно-оптический кабель-сенсор можно разделить на контрольные участки – зоны. В волоконно-оптической системе применен когерентный оптический прием [1], который реализуется смешиванием на фотодетекторе излучений, отраженных от разных торцов чувствительной зоны оптического волокна.

Схема установки системы для проведения полигонных испытаний изображена на рис. 1.



Рис. 1 Схема расположения кабель-сенсора при проведении исследований

В ходе испытаний были выделены 2 типа воздействия на металлическую ограду:

- тряска ограды;
- удар по ограде металлическим инструментом.

При регистрации сигналов частота дискретизации была равна $F_s = 2000$ Гц.

Характерные сигналы различных видов воздействия и их спектры

На рис. 2 представлены сигналы отклика системы на тряску ограждения и удар по ограде металлическим инструментом.

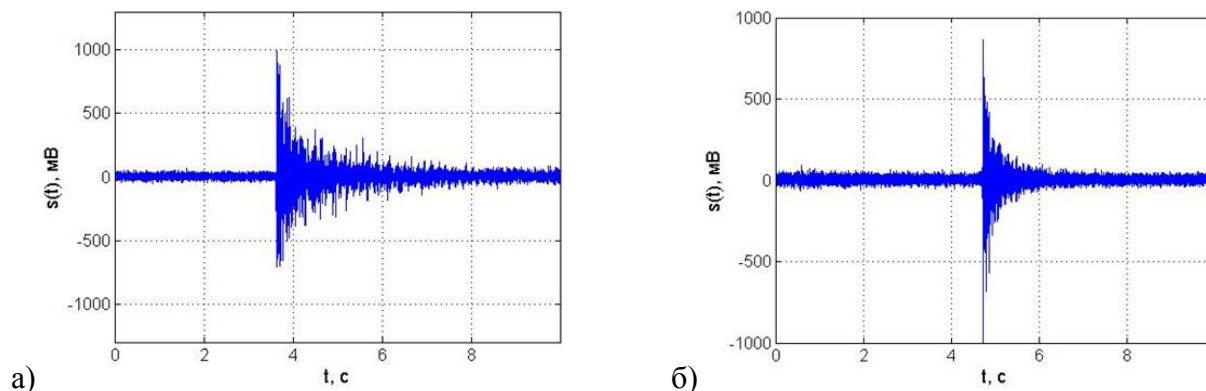


Рис. 2 Сигналы отклика системы на различные типы воздействия на ограду:
а – тряска ограды; б – удар по ограде металлическим инструментом

Исходя из визуального осмотра данных сигналов, можно сделать вывод, что сигнал от рязки ограждения более длительный.

Для выявления характерных особенностей рассмотрим Фурье-спектры данных сигналов, предварительно сгладив выборки значений сигналов методом скользящего среднего, чтобы избавиться от шумовых составляющих и разрядить спектр [2, 3].

На рис. 3 представлены сигналы от различных типов воздействия после сглаживания методом скользящего среднего по 21 точке.

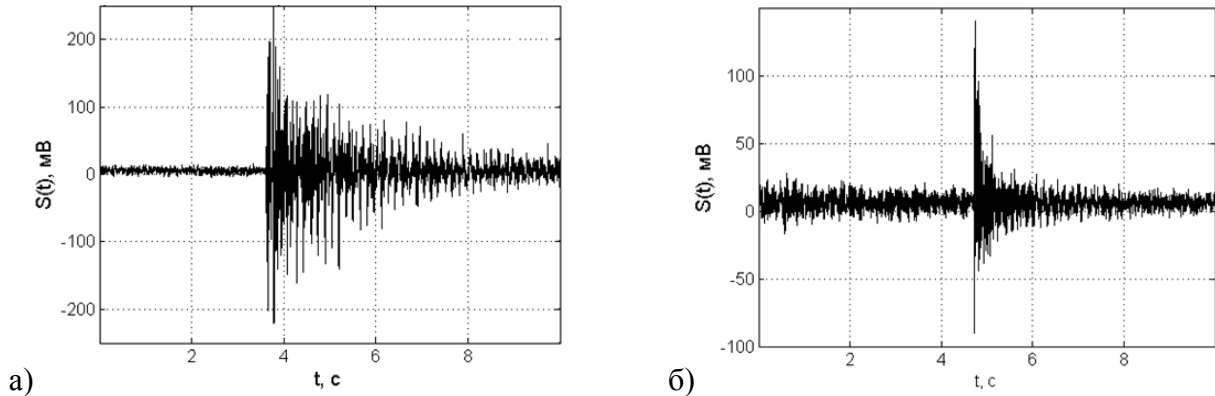


Рис. 3 Сглаженные методом скользящего среднего по 21 точке сигналы отклика системы на различные типы воздействия на ограду:

а – тряска ограды; б – удар по ограде металлическим инструментом

На рис. 4, 5 представлены Фурье-спектры сигналов от различных типов воздействия. Рассмотрев Фурье-спектры можно выделить в качестве особенностей сигналов отклика системы на тряску ограждения наличие низкочастотных гармоник (до 100 Гц) в спектре. Что касается отклика на удар по ограде металлическим инструментом, то для данных сигналов характерны более высокочастотные гармоники (от 200 Гц), однако низкочастотные гармоники могут тоже присутствовать. Для сигнала, возникшего вследствие тряски, наиболее характерна гармоника 6 Гц, которая отсутствует в спектре сигнала отклика системы на удар.

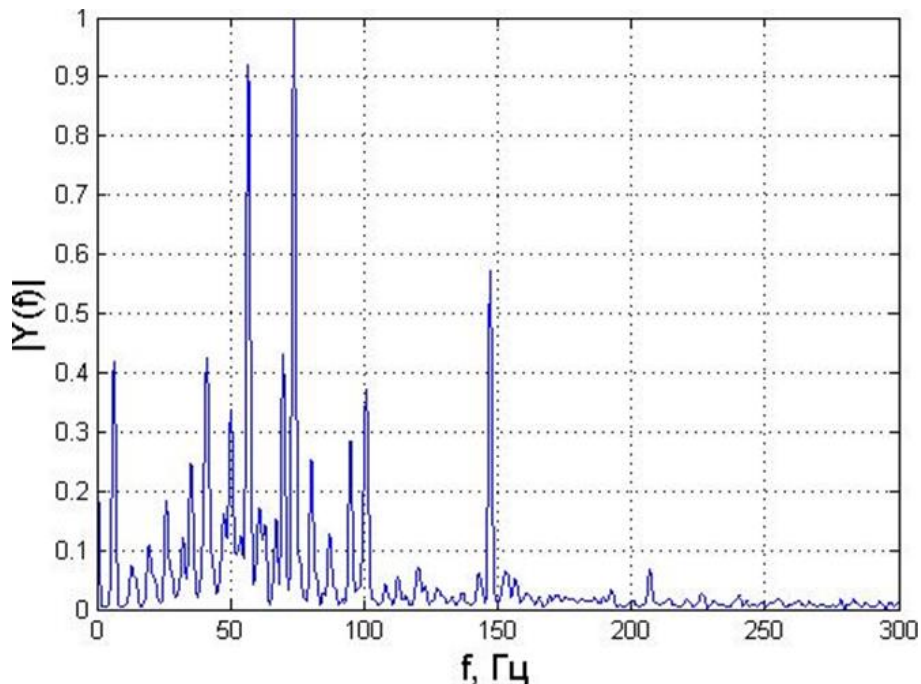


Рис. 4 Фурье-спектр сигнала отклика системы на тряску ограждения

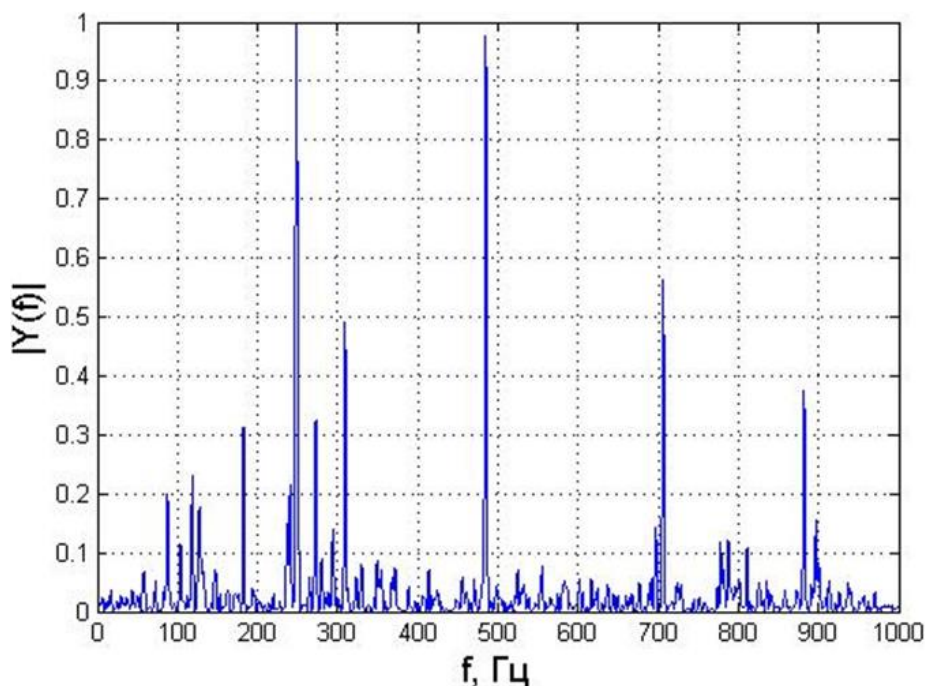


Рис. 5. Фурье-спектр сигнала отклика системы на удар по ограде металлическим инструментом

После определения характерных частотных особенностей сигналов можно приступить к разработке методики идентификации типа воздействия на ограду.

Методика идентификации типа воздействия на ограду

Основой методики идентификации типа воздействия на периметральную границу является расчет взаимной корреляционной функции (далее – ВКФ) реальных и эталонных сигналов и оценка ее поведения. Библиотека эталонных сигналов содержит 5 реализаций сигналов каждого типа воздействия.

Перед тем как провести расчет ВКФ, требуется пропустить эталонные и реальные сигналы через полосовой фильтр Чебышева 2-го рода с АЧХ, представленной на рис. 6. Выделяемая фильтром область выбрана, так как наибольшие отличия сигналов тряски и удара проявляются именно в диапазоне 5–8 Гц.

Далее рассчитываются ВКФ реального сигнала с каждым эталонным с последующим усреднением. На рис. 7а представлена ВКФ сигнала типа тряски с эталонными сигналами того же типа воздействия. На рис. 7б представлена ВКФ сигнала типа тряски с эталонными сигналами удара по ограждению.

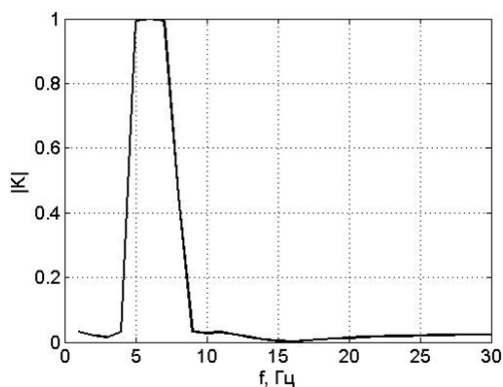


Рис. 6. АЧХ фильтра Чебышева 2-го рода

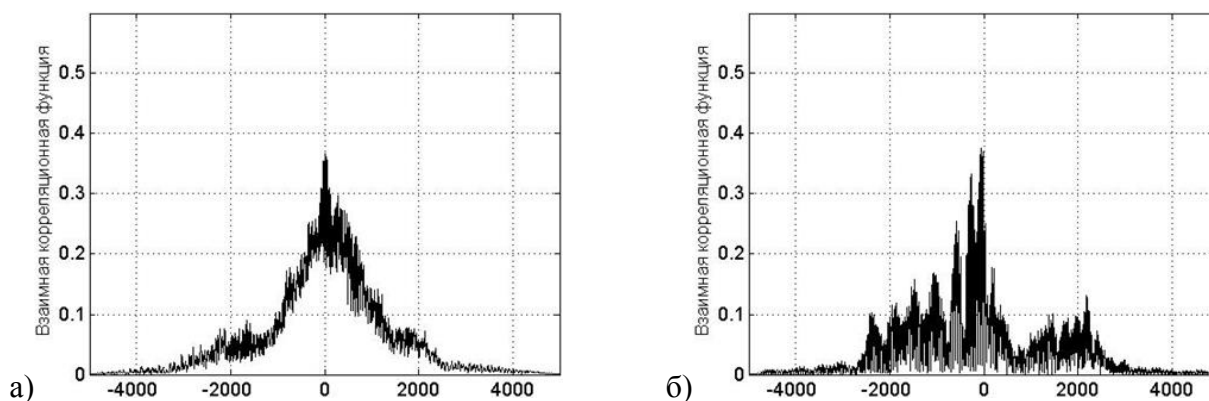


Рис. 7. ВКФ сигнала типа тряски с эталонными сигналами:
а – от тряски ограды; б – от удара по ограде металлическим инструментом

Оценив характер ВКФ можно сделать вывод, что в случае расчета для сигналов разного типа виброакустического воздействия в диапазоне от -1000 отсчетов до 1000 отсчетов появляются нулевые составляющие. Появление нулевых составляющих ВКФ говорит о том, что спектры сигналов перекрываются на частотной оси не полностью. В случае расчета ВКФ для сигналов одно типа виброакустического воздействия эти нулевые составляющие отсутствуют.

В итоге основываясь на результатах анализа характера ВКФ можно идентифицировать тип воздействия на ограду.

Литература

1. Фокин В. Г. Когерентные оптические сети. Новосибирск : СибГУТИ, 2015. 371 с.
2. Сергиенко А. Б. Цифровая обработка сигналов. СПб. : Питер, 2003. 608 с.
3. Отнес Р., Эконсон Л. Прикладной анализ временных рядов. Основные методы. М. : Мир, 1982, 428 с.

Масликова А. Е.

ПАССИВНЫЕ ОПТИЧЕСКИЕ СЕТИ ДОСТУПА

В статье представлен проект мультисервисной сети на основе технологии GPON для конкретного здания в квартале А города Сургута. Описана реализация проекта по технологии GPON. Сделан выбор линейного оборудования. Выполнен расчет оптических потерь сети.

Ключевые слова: мультисервисная сеть, технология GPON, оптоволоконный кабель.

Введение. GPON – это сегодня самая передовая и оптимальная по целому ряду параметров технология. Она представляет собой систему, основой которой является оптоволоконный кабель, который доставляет в квартиру все виды телекоммуникаций. Это и высокоскоростной интернет, и телефонная связь, и даже современное интерактивное телевидение. Главное во всем этом – неограниченный по ширине информационный канал, поскольку волоконно-оптический кабель имеет абсолютную пропускную способность.

GPON позволяет провести кабель в квартиру и предоставить полосу пропускания до 1 Гб/с, что в десятки раз превышает возможности ADSL-доступа, который до недавнего времени был основной технологией передачи данных. В дальнейшем, (в том случае, если у абонентов появится такая потребность и объемы передаваемого контента вырастут), просто заменяя станционное и абонентское оборудование, мы можем, не меняя саму сеть,

расширять пропускную способность канала до 10–100 Гб/с. Еще одно безусловное преимущество GPON – простота в эксплуатации, на что абоненты всегда обращают внимание, ведь речь идет об удобстве использования услуг. Отсутствие активного оборудования в домах (того, что требует электропитания) значительно сокращает время локализации и устранения проблем, а также сводит к минимуму ущерб от вандализма.

Из всех представленных технологий GPON является самой простой и доступной.

В данной работе представлен проект мультисервисной сети на основе технологии GPON для конкретного здания в квартале А города Сургута.

Выбор линейного оборудования

Выбор оборудования производили из числа ведущих фирм изготовителей телекоммуникационного оборудования, а именно: Siemens, Ericsson и QTECH.

Таблица 1

Характеристики	Марка кабеля			
	ДПС	ОПС	ДПЛ	ДПО
Количество оптических волокон в кабеле	2 – 216	2 – 48	2 – 216	2 – 216
Количество оптических волокон в модуле	2 – 12	2 – 12	2 – 12	2 – 12
Количество модулей в кабеле	4 – 18	1 – 4	4 – 18	4 – 18
Диаметр кабеля, мм	13,7 – 26,0	6,5 – 17,0	13,8 – 22,7	11,0 – 19,0
Масса кабеля, кг/км	300 – 1186	75 – 410	181 – 465	101 – 295
Минимальный радиус изгиба, мм	270 – 520	130 – 280	276 – 454	220 – 380
Стойкость к продольному растяжению, кН	7,0 – 15,0	1,5 – 20	2,0 – 4,0	1,5 – 4,0
Стойкость к раздавливающим усилиям, кН/см	0,4 – 1,0	0,5 – 1,0	0,5 – 1,0	0,4
Стойкость к удару, Дж	30	30	10	10
Температурный диапазон эксплуатации, °С	–60 – +70	–60 – +70	–60 – +70	–40 – +50
Температурный диапазон при прокладке, °С	–10 – +50	–10 – +50	–10 – +50	–10 – +50

Исходя из характеристических данных, представленных в табл. 1, и критериев выбора видно, что наиболее целесообразно отдать предпочтение оборудованию компании Ericsson. Цены на абонентское оборудование превосходят в небольшой степени других производителей, но в итоге средняя стоимость порта GPON в полной конфигурации уже находится в средней позиции, и что немаловажно, нас устраивает наличие программного обеспечения (ОАМ) фирмы Ericsson в ОАО «Ростелеком».

Реализация проекта по технологии GPON

В соответствии с рекомендациями «Нормы технологического проектирования. Городские и сельские телефонные сети» прокладка кабелей должна предусматриваться, как правило, в существующей кабельной канализации местных сетей связи, и только при отсутствии такой возможности, следует предусматривать постройку новой или докладку каналов к существующей кабельной канализации.

Проблема аренды каналов не является основной, так как компания-заказчик ОАО «Ростелеком» является собственником телефонной кабельной канализации.

Ввод волоконно-оптических кабелей в здания осуществляется через действующие линейные вводы кабельной канализации, далее магистральные оптические кабели прокладываются в ПВХ трубке по подвальному помещению и расширяются в оптических кроссах. Для 100 % проникновения в каждый дом заводится по 2 магистральных волокна на один оптический кросс (рис. 1).



Рис. 1. Схема прокладки магистрального кабеля в кабельной канализации. Квартал А

Функциональная схема внутридомовой сети с вводом магистрального кабеля в здание, установкой оптических шкафов ШКОН-МА на первых этажах подъездов, разводкой магистральных кабелей между оптическими шкафами одного дома и прокладкой распределительного кабеля с первого до четных этажей показано на примере 5 этажного 6 подъездного жилого дома, схема телефонизации приведена на рис. 2

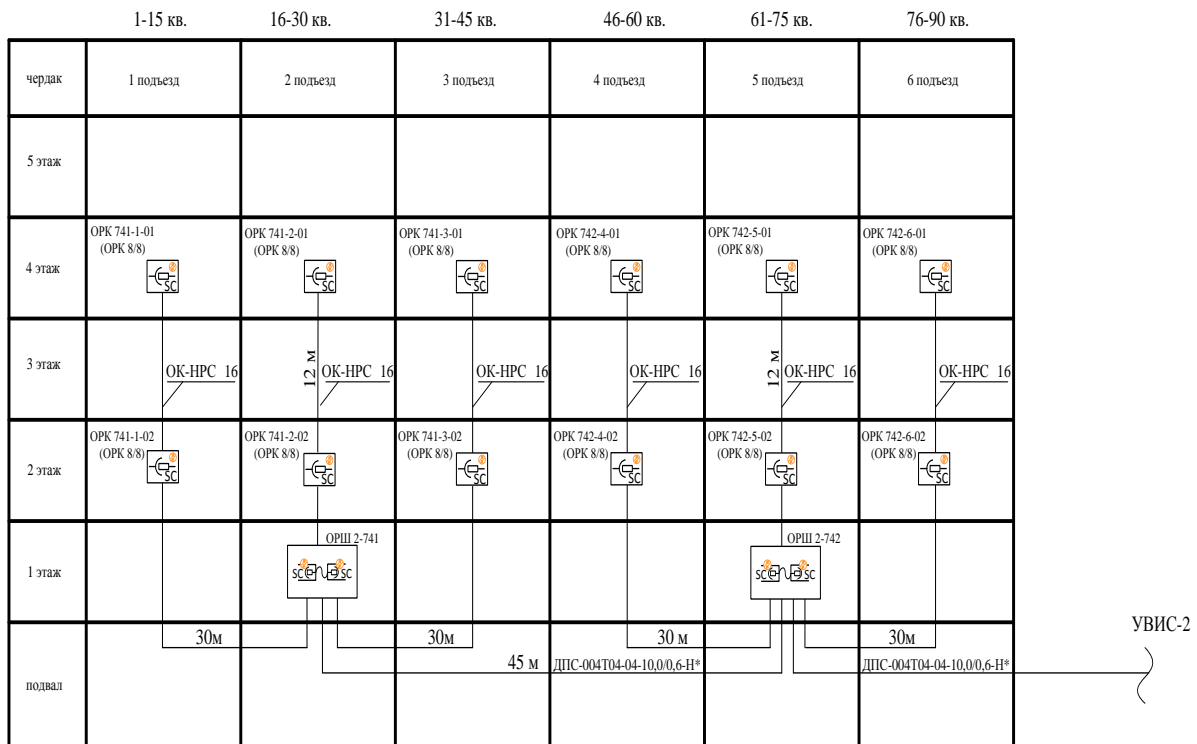


Рис. 2. Функциональная схема внутридомовой сети

От ОРК волокно прокладывается полстене подъезда в защитном пластиковом коробе и вводится через подготовленное отверстие в квартиру, где укладывается в органайзере, сваривается с пигтейлом SC/APC и подключается к абонентскому оборудованию ONT. В ОРК волокно сваривается с пигтейлом, КДЗС укладывается в специальную откидную полочку. Конектор включается в порт ОРК, назначенный технической службой.

Таблица 2

Расчет оптических потерь сети

Расчеты затухания	
Коэффициент затухания дБ/км	0,35
Кол-во разъемных соединений шт	10
Ср потери в разъем соединениях дБ	0,3
Кол-во сварных соединений шт	3
Ср потери в сварном соединении дБ	0,05
Длина Участка км	0,950
Потери разветвления 1:2 дБ	3,2
Потери разветвления 1:32 дБ	17
Запас мощности дБ	3
Общие суммарные потери в линии дБ	26,88
Допустимые потери дБ	28
Остаточный запас дБ	1,12

Оптический сигнал, проходя по узлам оптической системы, теряет свою мощность. Итоги подсчета потерь представлены в табл. 2.

Теперь можно переходить к расчету бюджета потерь для конкретного проекта. Для данной оптической линии представим все потери в виде суммы затуханий всех компонентов (1):

$$A_{\Sigma} = (l_i + \dots + l_n) \times \alpha + N_p \times A_p + N_c \times A_c + A_{\text{запас}} + A_{\text{штраф}}, \quad (1)$$

где A_{Σ} – суммарные потери в линии (между OLT и ONT), дБ;

$(l_i + \dots + l_n)$ – длина участка в сумме составляет 0,950 км;

n – количество участков;

α – коэффициент затухания оптического кабеля 0,35 дБ/км длине волны 1310нм;

N_p – количество разъемных соединений составляет – 10;

A_p – средние потери в разъемном соединении 0,3 дБ;

N_c – количество сварных соединений на участке OLT – ONT – 3;

A_c – средние потери в сварном соединении 0,05 дБ;

$A_{\text{запас}}$ – запас мощности на развитие 3 дБ;

$A_{\text{штраф}}$ – штрафной член, зависящий от длины волны, однако рекомендуется суммарно оценивать все такие потери величиной 1 дБ.

По формуле (1) рассчитаем суммарные потери в линии между OLT и ONT:

$$A_{\Sigma} = 0,950 \times 0,35 + 10 \times 0,3 \times 0,05 = 3,48 \text{ дБ}$$

Общие суммарные потери в линии рассчитываются по формуле:

$$A_{\Sigma_{\text{общ}}} = A_{\Sigma} + A_1 + A_2, \quad (2)$$

где A_1 – рассчитанное ранее затухание, вносимое разветвителем 1:2 при коэффициенте деления 25/25 – 7,757 дБ;

A_2 – рассчитанное ранее затухание, вносимое разветвителем 1:32 при коэффициенте деления 3,125/3,125 – 17,0 дБ;

$$A_{\Sigma_{общ}} = 3,48 + 3,2 \times 2 + 17,0 = 26,88 \text{ дБ.}$$

Расчет бюджета потерь должен подтвердить, что общая величина потерь (включая запас) не превышает динамический диапазон системы, т. е.:

$$OB_{\min} \leq A_{\Sigma_{общ}} \leq OB_{\max} - \text{Запас} - \text{Штраф}$$
$$15 \leq 26,88 \leq 32 - 3 - 1.$$

Волоконно-оптический канал связи удовлетворяет заданному бюджету, так как попадает в интервал $[OB_{\min}, OB_{\max}]$.

Заключение. В рамках данного проекта была спроектирована сеть GPON для одного дома квартала А города Сургута.

Выполнено техническое обоснование проекта.

Полученные результаты имеют практическую ценность для ОАО «Ростелеком», что позволит населению по адресу проспект Ленина 49/3 города Сургута получать современным высокотехнологичным способом три телекоммуникационных сервиса: интернет, телефонию и телевидение.

УДК 681.7.068

УДК 681.26

Рогозина Е. А., Бегунов А. А.

ИССЛЕДОВАНИЕ МАССЫ В ЛАБОРАТОРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

Проведено сопоставление средств измерений массы, применяемых и потенциально пригодных для научных исследований и испытаний продукции в производственных лабораториях. Показаны, в том числе на экспериментальных данных, метрологические ошибки в нормировании точностных требований к средствам измерения массы и принятой на практике процедуре измерений массы в лабораторных условиях. Проанализированы метрологические особенности измерения массы в условиях пищевой и перерабатывающей промышленности.

Ключевые слова: весы, измерение массы, погрешность измерений.

Говоря о биотехнологии необходимо четко понимать, что данное понятие объединяет множество направлений современной науки, занимающейся вопросами жизни и здоровья человека, включая производство новых продуктов питания, лекарственных препаратов, идентификацию биологически активных веществ, патогенных микроорганизмов и возбудителей особо опасных инфекций. При этом в рамках биотехнологии объединены проекты разработки более совершенных методов контроля качества питания и препаратов, диагностики и лечения болезней. Как известно, биотехнология работает со сложными смесями биологически активных веществ в широком весовом диапазоне, что требует средства измерения, способные обеспечить высокую чувствительность, достоверность. Среди них наиболее востребованными являются средства и методология измерения массы на весах. Фактически каждое физико-химическое исследование основано на взвешивании [2, 5, 7, 10, 12].

Средства измерения массы выделяют:

- весы высшей точности (метрологические), предназначенные для сличений эталон-копий и рабочих эталонов с первичным эталоном, а также для калибровки наборов эталонных гирь;

- эталонные весы четырех разрядов, применяемые для поверки гирь;
- рабочие весы (аналитические и технические), служащие для химических и технических анализов, взвешивания драгоценных металлов и других ценных материалов и изделий.

Аналитические весы являются одним из видов лабораторных весов. Они предназначены для проведения научных исследований и других работ, требующих обеспечения высокой точности результатов, поэтому эти весы – важная составляющая лабораторного оборудования. Дискретность таких весов не может превышать 0,1 мг [3].

По классу точности выполняемых измерений аналитические весы относятся ко 2-му и 1-му классу. По присущим им конструктивным признакам эти весы подразделяются на две основные группы:

- весы коромысловые рычажные (одноплечие и равноплечие); имеют в качестве чувствительного элемента контактную пару, состоящую из подушки и призмы;
- весы, оснащенные измерительным упругодеформируемым устройством, которым является торсионная нить.

Весы первой группы дают точность измерения массы не выше 1×10^{-6} г, вторые гораздо точнее – до 5×10^{-8} г.

Практика показывает, что в использовании лабораторных весов имеются определенные методические ошибки, которые существенно влияют на точность результатов измерений. Это приводит к неоправданному занижению значений точности измерения массы, а также и других физико-химических показателей (влажность, масличность, кислотное число и др.), выполняемых с их помощью. Многие национальные стандарты на методы испытаний пищевого сырья и готовой продукции требуют произвести взвешивание образца с погрешностью (обычно пишут неправильно «с точностью») 0,0001 г, но это не погрешность взвешивания, а значение цены деления весов типа ВЛР-200 г – 2. Погрешность взвешивания для весов этого класса точности, как будет показано ниже, превышает и это значение, причем в несколько раз [2].

Как показано в [4], такая рекомендация ошибочна по следующим причинам:

- во-первых, ее выполнить исполнитель не может, так как по объективным причинам не знает погрешность результата, проводимого им измерения, если при этом не располагает соответствующей методикой взвешивания, а ее у него действительно, как правило, нет;
- во-вторых, указанная норма точности есть не погрешность результата взвешивания, а всего лишь цена деления весов второго класса точности. Реальная же погрешность в несколько раз больше;
- в-третьих, указанное значение точности взвешивания избыточна в соотношении с требуемой точностью результата измерения.

Например, в стандарте на пшеничную муку [1] записано значение массовой доли воды 15,0 %, т. е. до первого десятичного знака. В соответствии с правилами записи, это значит, что абсолютная погрешность не более $\pm 0,05$ %. Отсюда получаем относительную погрешность $0,05/15,0 = 0,003$. В то же время относительная погрешность взвешивания $0,0001/5 = 0,00002$, что в данном случае является метрологическим излишеством;

- в-четвертых, для выполнения такого предписания взвешиваемую пробу приходится долго и тщательно дозировать, причем непосредственно на весах. Само это действие бессмысленно, поскольку результат измерения никак не зависит от этой тщательности, так как является расчетной величиной как разность между двумя измеренными значениями массы – до и после эксперимента. Здесь достаточно взять навеску, например, 5–6 г и измерить ее значение до четвертого десятичного знака.

Рассматриваемое предписание тем более бессмысленно, если используются весы с выборкой тары. Именно такая регламентация должна быть в методике измерения.

Весы выбирают по типу, предельной нагрузке и классу точности в зависимости от условий выполнения измерений, требуемой точности результата взвешивания и значения измеряемой массы. При этом следует стремиться использовать весы возможно более низкого класса точности, и, по возможности, не усложнять условия выполнения измерений введени-

ем поправок или реализацией мероприятий по исключению влияния источников систематической погрешности. Если позволяет допустимая погрешность, следует измерения выполнять «обычным» способом.

Как показано в [2], при лабораторных измерениях массы появляется ряд источников погрешности, которые влияют в той или иной степени на достоверность результата измерения в зависимости от массы и плотности объекта измерения и типа применяемых весов.

Процедура измерения массы на лабораторных весах традиционно представляет собой предельно простой, с точки зрения погрешности результата, не вызывающий никаких сомнений, метод. Вместе с тем именно при таком измерении могут проявляться значительные, влияющие на достоверность результата измерения, факторы. На практике это обстоятельство нередко упускают из вида, что приводит к существенным ошибкам в нормировании требуемых норм точности и погрешности результатов выполняемых измерений [14, 15].

Во многих отраслевых нормативно-технических документах и даже национальных стандартах на методики испытания пищевой продукции требуется измерить массу образца на весах ВЛР-200 г 2 с погрешности $\pm 0,1$ мг. При этом методика измерения массы не приводится, и измеренное значение массы принимают равной массе уравновешивающих гирь или показанию шкалы для шкальных весов. В табл. 1. приведены измеренные значения массы некоторых условных грузов, имитирующих по плотности, массе и объему наиболее характерные пищевые объекты, измеренным на указанных весах. Измерения производили прямым и дифференцированным (по разности массы брутто и тары) взвешиваниями. Эти взвешивания выполняли со всей тщательностью, на которую способны исследователи, имеющие большой стаж и опыт работы в отраслевой лаборатории [6].

Таблица 1

Измеренные значения массы условных грузов

Приблизительная масса объекта взвешивания, г	Значение массы, найденное взвешиванием, г			
	Первым специалистом		Вторым специалистом	
	Прямым	Дифференцированным	Прямым	Дифференцированным
Гири ($\rho \approx 8$ г/см ³)				
100	100,0198	100,0221	100,0179	100,0180
10	10,0060	10,0054	10,0047	10,0044
2	2,0011	1,0099	2,0033	2,0030
0,2	0,1993	0,1992	0,2003	0,1999
Запаянные стеклянные ампулы с водой ($\rho \approx 1$ г/см ³):				
2	1,8991	1,8889	1,9948	1,9947
27	27,0985	27,0986	27,1032	27,1030

Как видно из этих данных разброс измеренных значений массы составляет во втором десятичном знаке.

В общем случае погрешность результата измерения массы зависит от многих факторов: типа, класса точности и предельной нагрузки весов, от значения измеряемой массы, агрегатного состояния и плотности взвешиваемого объекта и определяемого компонента, от условий и способа выполнения измерений. Исполнитель, производя измерение, не может знать погрешность получаемого результата. Для этого он должен либо располагать соответствующей аттестованной методикой выполнения измерений, строгое следование предписанием которой дает основание погрешность результата измерения принимать дополнительно специальные метрологические исследования, что возможно лишь при проведении НИР. Исходя из этого, выбор средств измерений (СИ) и методик измерений (МИ) по точности следует начинать с наименее точных индикаторов, при необходимости последовательно переходя к более точным. Возможно, что при внимательном и грамотном изучении возникшей проблемы и измерительной задачи надобность в измерении вовсе отпадает. При этом должна

быть принята во внимание метрологическая надежность получаемой измерительной информации. Кроме того, повышение точности используемых средств измерений и даже результата измерений не всегда выгодно, так как при этом возрастают, прежде всего, расходы, а эффективность от большей точности может быть и отрицательной [8, 11, 13].

Из этих данных видно, что требуемый норматив точности фактически не обеспечивается.

Литература

1. Афанасьев В. А., Остриков А. Н., Василенко В. Н. Разработка мобильной установки для приготовления кормолекарственных смесей // Хранение и переработка сельхозсырья. 2014. №. 5. С. 38–40.
2. Бегунов А. А. Метрологические основы аналитики. СПб. : Мир, 2004, 412 с.
3. Бегунов А. А. Метрология. Аналитические измерения в пищевой и перерабатывающей промышленности. СПб., 2014. 440 с.
4. Инновационная сельскохозяйственная техника / В. Ф. Федоренко [и др.] ; М-во сельского хоз-ва Рос. Федерации, Федеральное гос. науч. учреждение «Рос. НИИ информ. и техн.-экон. исслед. по инж.-техн. обеспечению АПК» // Материалы 9-й Рос. агропромыш. выставки «Золотая осень» : научн. аналит. обзор. М. : ФГНУ «Росинформагротех», 2008. 176 с.
5. Васильев В. В. и др. Алгоритмы диспансерного наблюдения детей с врожденными инфекционными заболеваниями в поликлинических условиях // *Pediatrics named after GN Speransky*. 2017. Т. 96. №. 1.
6. Колодязная В. С., Шестопалова И. А., Кипрушкина Е. И., Рогозина Е. А. Оптимизация параметров применения хитозана в технологии мясорастительных консервов эмульсионного типа // Известия Уфимск. научн. центра РАН. 2018. № 3 (3). С. 18–23.
7. Лобзин Ю. В., Скрипченко Н. В., Васильев В. В., Рогозина Н. В., Бабаченко И. В., Левина А. С., Харит С. М., Бехтерева М. К., Рулева А. А., Сиземов А. Н., Иванов М. В., Техова И. Г., Ушакова Г. М., Осипова З. А., Голева О. В., Комарова А. М., Бухалко М. А. Диагностика, лечение и профилактика актуальных врожденных инфекций. СПб, 2017. 64 с.
8. Мясникова Е. Н. Социально-экономическое нормирование в сфере общественного питания // *Траектории развития*. 2017. С. 157–164.
9. Перов В. И., Мясникова Е. Н. Государственный контроль в сфере защиты прав потребителей на предприятиях ресторанного бизнеса // *Вестник АКСОР*. 2017. №. 1. С. 96–100.
10. Рогозина Н. В., Горячева Л. Г., Мукомолова А. Л., Монахова Н. Е. Эффективность различных схем терапии при хроническом гепатите с у детей первых лет жизни // *Детские инфекции*. 2007. Т. 6. №. 3.
11. Соколов А. Ю., Борковой В. И., Акимова Н. А. Экспресс-методы контроля качества продовольственного сырья и пищевых продуктов // *Траектории развития материалы I Междунар. научн. конф.* 2018. С. 598–606.
12. Технология продукции общественного питания : учеб. / А. С. Ратушный, Т. С. Элиарова, Л. П. Липатова, С. С. Аминов, Т. В. Жубрева, Соколов А. Ю., Е. Я. Троицкая, Б. А. Баранов ; под ред. А. С. Ратушного. 2-е изд. М. : Дашков и К, 2018. – 336 с.
13. Новая техника для агропромышленного комплекса России / В. Ф. Федоренко [и др.] // Материалы 8-й Рос. агропромыш. выставки «Золотая осень». М., 2007.
14. Шестопалова И. А., Колодязная В. С. Качество и безопасность // *Тенденции развития российского рынка мясных консервов*. 2008.
15. Хамицаева А. С., Хортиев З. А. Эффективность применения продуктов модификации растительного сырья в технологии мясных изделий // *Мясная индустрия*. 2017. № 12. С. 32–35.

Русак Н. М

ИССЛЕДОВАНИЕ МОДЕЛИ DWDM-СИСТЕМЫ

В статье рассмотрены модели волоконно-оптической DWDM системы со скоростью передачи 10 Гбит/с с RZ и NRZ кодированием без компенсации дисперсии. Дано краткое описание волоконно-оптической системы передачи с DWDM, представлена общая схема DWDM системы. Приведены результаты исследования моделей и максимальные длины пролетов волоконно-оптической линии связи без компенсации дисперсии.

Ключевые слова: глаз-диаграмма, волоконно-оптические DWDM системы, Q-фактор.

Введение. В последние два десятилетия, благодаря появлению сети Ethernet, наблюдается бурное развитие всех аспектов жизни общества, что в свою очередь породило потребность в увеличении скорости передачи и пропускной способности каналов связи. Решение этого вопроса наиболее востребовано в быстро развивающихся индустриальных и постиндустриальных странах. С конца 90-х годов за счет доступа широких масс населения к сети Ethernet объемы передаваемой информации многократно возросли. Способность сети транслировать информацию практически любого рода и использовать практически любые доступные полосы пропускания каналов стало очевидным. Дальнейший рост пропускной способности каналов связи значительно превышал ожидания, вследствие чего возможности медных и радиолиний связи были практически исчерпаны. На смену медным линиям связи пришли волоконно-оптические, обладающие гораздо большей скоростью и шириной пропускания каналов.

DWDM-система состоит из: передатчиков – клиентское оборудование генерирующее сигнал; транспондеров – устройства, выполняющие преобразование электрического сигнала в оптический; мультиплексора – DWDM-устройство, выполняющее объединение сигналов с транспондеров; оптических усилителей – устройства, служащие для усиления оптического сигнала; мультиплексора ввода/вывода – предназначен для ввода или вывода сигнала в промежуточных пунктах на линии; деультиплексора – DWDM-устройство, выполняющее де-мультиплексирование оптического сигнала.

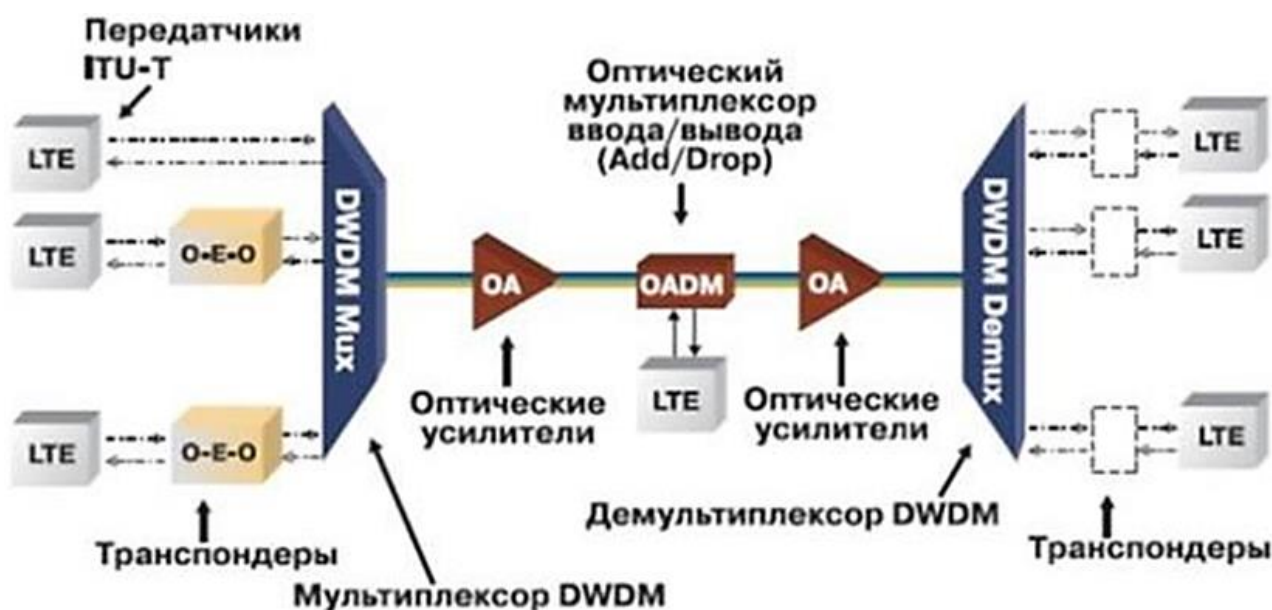
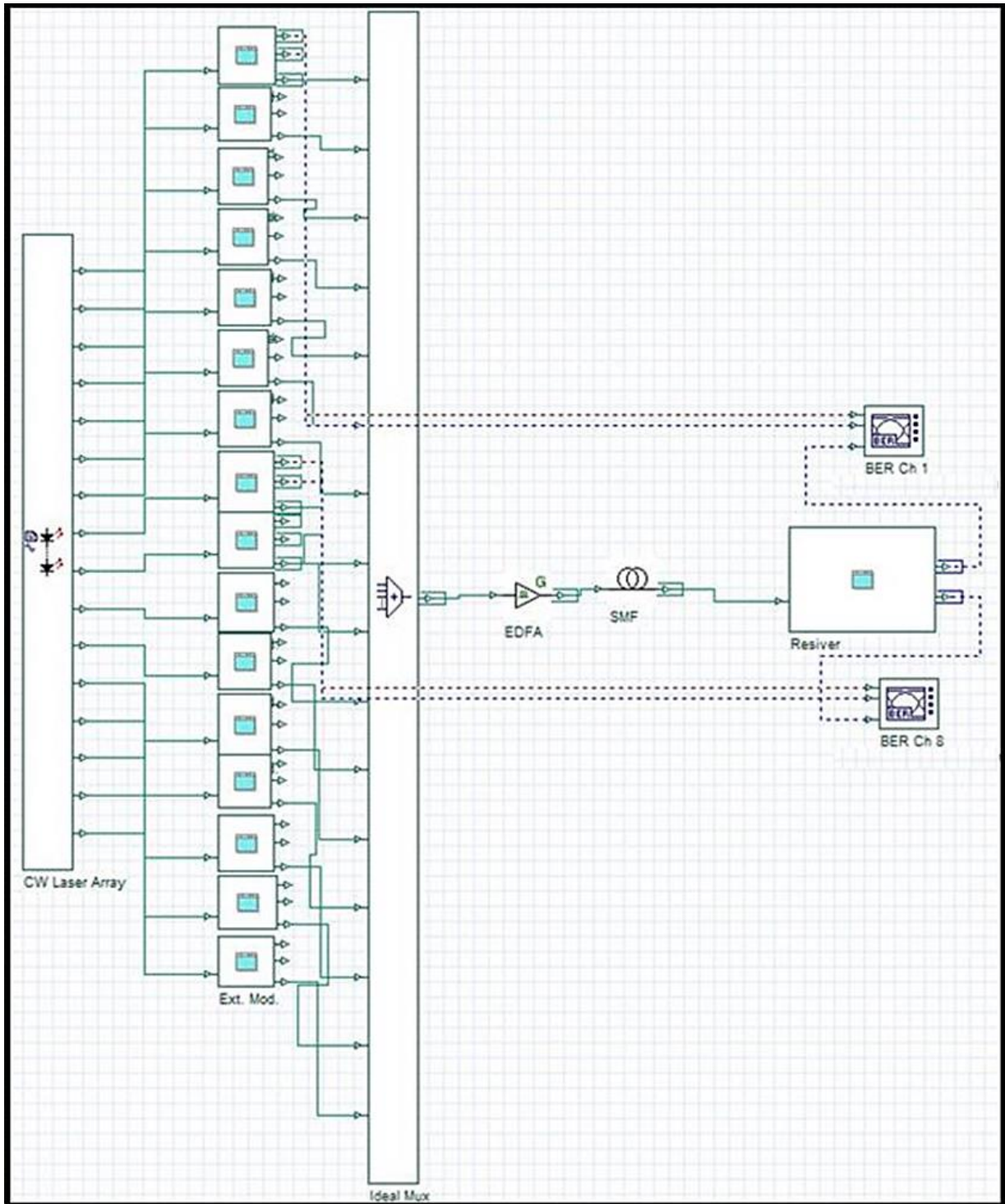


Рис. 1. Структурная схема ВОЛС с DWDM

В ходе исследования были смоделированы волоконно-оптические линии связи с волновым уплотнением каналов: модель со скоростью передачи 10 Гбит/с и RZ, NRZ кодированием.

**Схема 16-ти канальной ВОСП WDM с RZ кодированием,
без компенсации дисперсии для скорости передачи 10 Гбит/с**

На рис. 2 представлена схема 16-ти канальной ВОСП WDM с NRZ кодированием, без компенсации дисперсии для скорости передачи 10 Гбит/с.



**Рис. 2. Схема 16-ти канальной ВОСП WDM с RZ кодированием,
без компенсации дисперсии для скорости передачи 10 Гбит/с**

В табл. 1 представлена зависимость Q-фактора от длины ОЛТ для схемы со скоростью передачи 10Гбит/с и RZ кодированием.

Таблица 1

Длина регенерационного участка, км	Q-фактор 1 канал	Q-фактор 8 канал
0	806,94	751,71
10	179,141	196,66
20	123,419	104,31
30	30,4	41,53
40	25,43	22,05
50	11,42	10,97
55	7,84	8,48
60	5,34	6,34
70	2,85	3,79

Для большей наглядности при определении наибольшей длины оптического тракта по данной таблице был построен график (рис. 3). На рис. 3 отображены значения Q-фактора для первого и восьмого каналов, также проведена граница минимально допустимого значения Q-фактора, равная 7.

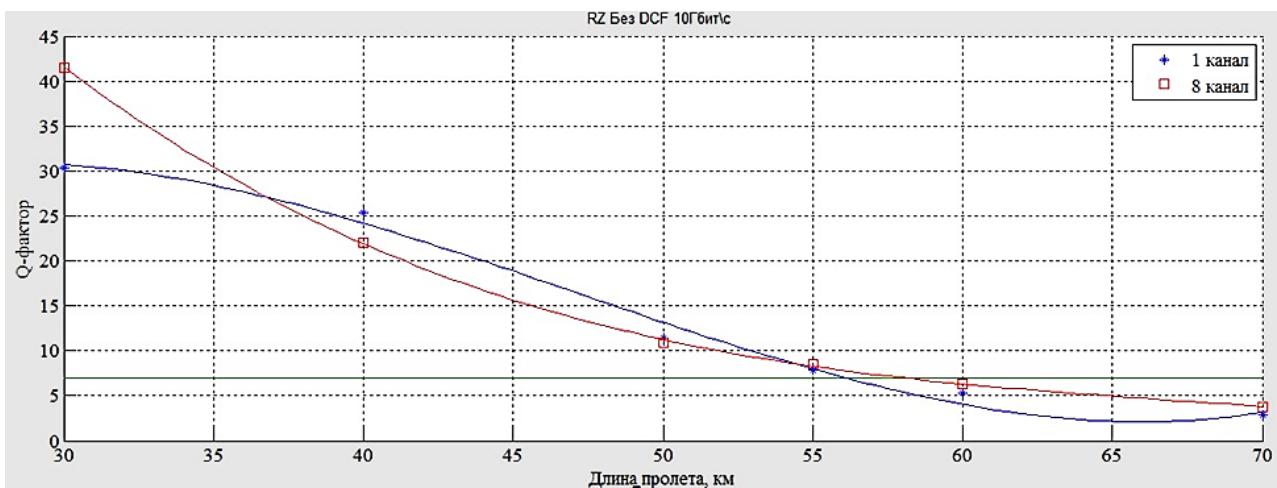


Рис. 3. График зависимости Q-фактора от длины схемы с RZ кодированием для скорости передачи 10Гбит/с

По результатам проведенных исследований схем с RZ-кодированием, без компенсации дисперсии, можно сделать вывод, что схема со скоростью 10 Гбит/с может осуществлять передачу только на 55 км, что не отвечает требованию по дальности для магистральных линий связи.

Схема 16-ти канальной ВОСП WDM с NRZ кодированием, без компенсации дисперсии для скорости передачи 10Гбит/с

На рис. 4 представлена схема 16-ти канальной ВОСП WDM с NRZ кодированием, без компенсации дисперсии для скорости передачи 10Гбит/с.

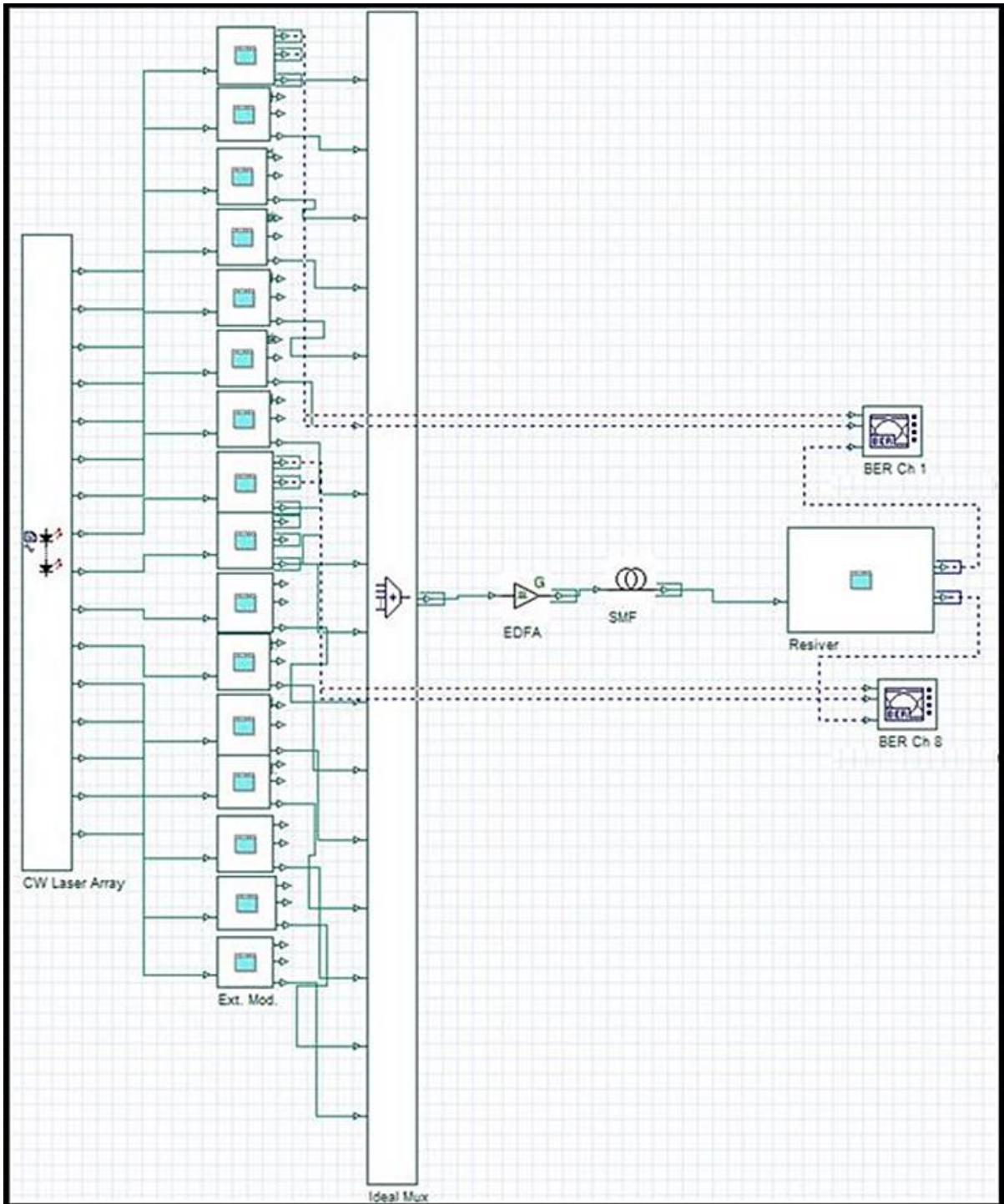


Рис. 4. Схема 16-ти канальной ВОСП WDM с NRZ кодированием, без компенсации дисперсии для скорости передачи 10Гбит/с

В табл. 2 представлена зависимость Q-фактора от длины ОЛТ для схемы со скоростью передачи 10Гбит/с и NRZ кодированием.

Таблица 2

Длина регенерационного участка, км	Q-фактор 1 канал	Q-фактор 8 канал
0	96,93	26,89
15	94,89	30,35

Окончание табл. 2

Длина регенерационного участка, км	Q-фактор 1 канал	Q-фактор 8 канал
30	24,14	26,99
45	19,33	14,43
60	13,59	8,99
65	13,12	7,2
70	10,42	6,85
75	9,51	5,66

По табл. 2 также был построен график зависимости Q-фактора первого и восьмого каналов от длины оптического тракта, и обозначена минимально допустимая граница Q-фактора, равная 7 (рис. 5).

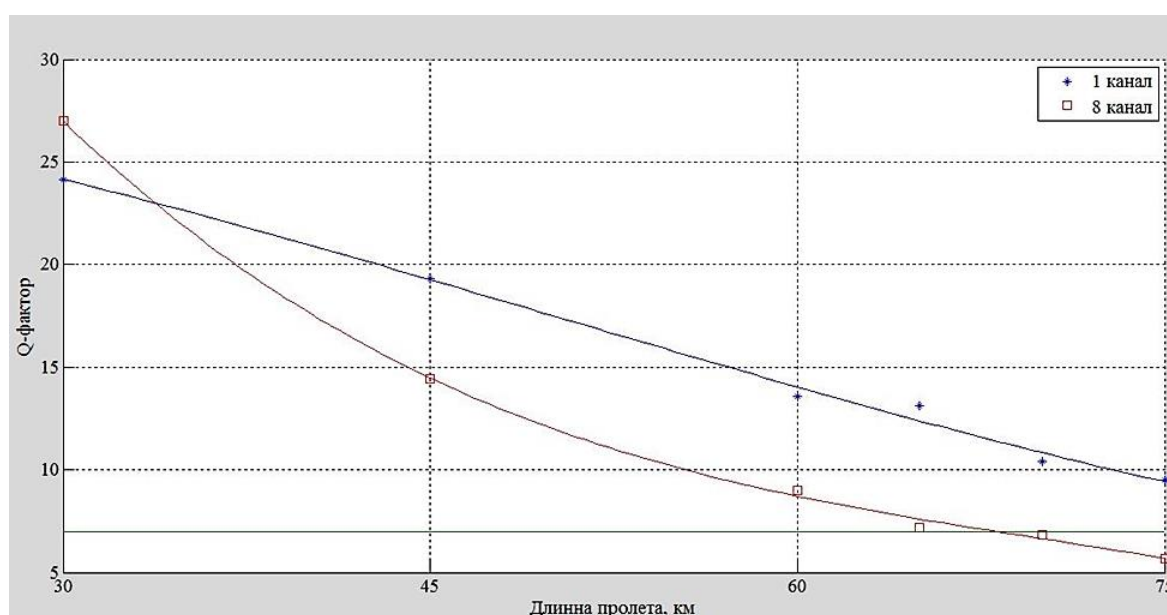


Рис. 5. График зависимости Q-фактора от длины схемы с NRZ кодированием, для скорости передачи 10 Гбит/с

По результатам проведенных исследований моделей с NRZ-кодированием, без компенсации дисперсии, можно сделать вывод, что схема со скоростью передачи 10 Гбит/с может осуществлять передачу только на 65 км, что не отвечает требованию по дальности для магистральных линий связи.

Выводы. В результате выполненной работы:

1. Проведено исследования 16-ти канальной магистральной волоконно-оптической системы передачи с мультиплексированием в волновой области.
2. Получены количественные оценки качества связи с помощью максимального Q-фактора для ВОСП при скоростях передачи информации 10 Гбит/с, определены максимальные длины оптических трактов, которые равны для: RZ 55 км; NRZ 65 км.

Литература

1. Фокин В. Г., Ибрагимов Р. З. Оптические системы с терабитными и петабитными скоростями передачи : учеб. пособие. Новосибирск : СибГУТИ, 2016. 156 с.
2. Фриман Р. Волоконно-оптические системы связи. М. : Техносфера, 2006. 495 с.
3. Матвеев В. А. Оптические усилители : учеб. пособие. Новосибирск : СибГУТИ, 2005. 215 с.

УДК 004.42

Семенов К. Г., Иванов Ф. Ф.

МОДЕЛЬ РЕВЕРСИВНОГО ДВИЖЕНИЯ ДОКУМЕНТОВ В СУД DIRECTUM

В данной статье рассмотрена организация хранения текстов электронных документов в СУД Directum. Рассмотрены условия размещения текстов электронных документов в оперативных и архивных хранилищах. Предложен подход к рациональному распределению текстов документов между оперативным и архивными хранилищами

Ключевые слова: архивы электронных документов, прогнозирование, математические модели, СУД Directum.

Каждый документ в системе Directum имеет карточку и текст. В карточке хранятся значения основных реквизитов, таких как наименование, автор, приложение и прочее. Текст – это текст документа в формате приложения-редактора.

Карточки всех документов системы Directum хранятся в базе данных SQL-сервера. Тексты документов хранятся в хранилищах текстов документов – файловых хранилищах документов. На рис. 1 изображены хранилища текстов документов.

Основным хранилищем текстов является оперативное файловое хранилище документов. Это хранилище всегда есть в системе Directum. В этом хранилище по умолчанию размещаются тексты всех документов.

Файловые хранилища предназначены для размещения текстов документов в файловых системах одного или нескольких компьютеров. С одной стороны, это позволяет уменьшить объем БД SQL-сервера, снизив тем самым требования к используемым аппаратным средствам, и, как следствие, снизить совокупную стоимость владения системой Directum. С другой – предоставляет широкие возможности в организации работы с документами:

- в файловых хранилищах можно размещать документы больших объемов. Например, фото- и видеоматериалы – размер документа в таких хранилищах ограничен только размером дискового пространства;
- можно настроить автоматический перенос текстов документов в архивные хранилища согласно заданным условиям.

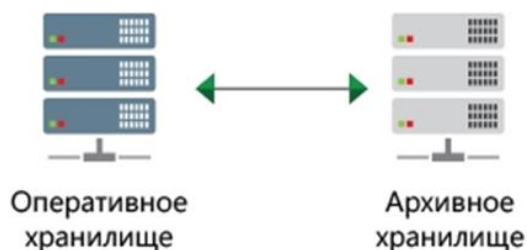


Рис. 1. Файловые хранилища СУД Directum

Тексты документов из оперативных хранилищ, в которых они размещаются сразу после создания документа, могут автоматически переноситься в архивные хранилища. Условия переноса документов задаются в справочнике «Правила архивирования». Сценарий «Агент архивирования» переносит документы в хранилище.

Архивное хранилище, в которое будут перемещаться тексты документов, задается в карточке правила архивирования.

В архивных хранилищах тексты документов доступны только для просмотра. Если возникает потребность изменить документ, например, отредактировать текст или со-

здать версию документа, то для выполнения этих действий пользователю нужно подтвердить извлечение документа из архивного хранилища [4].

Основными требованиями к хранилищам документов относительно их типов (оперативное и архивное) является следующее:

- для оперативного хранилища основным требованием является обеспечение необходимой нагрузочной способности этого хранилища при работе системы с текстами электронных документов (запись, чтение, модификация);
- для архивного хранилища основным требованием является обеспечение минимальной стоимости хранения текстов документов.

Поэтому критерием размещения текста электронного документа в архивном хранилище в первую очередь является низкая востребованность этого документа пользователями системы электронного документооборота и непосредственной самой системой документооборота, так она в автоматическом режиме может производить различные операции над текстами документов.

Оценить востребованность текста электронного документа в СУД Directum возможно посредством анализа данных таблицы SBEDocProtocol, которая содержит протокол работы с документами. Данная таблица обновляется при любых действиях с документами. В табл. 1 представлен набор полей оценки востребованности электронного документа.

Таблица 1

Состав полей таблицы протокола работы с документами

Поле	Описание
EDocID	ИД документа
Version	Версия документа
UserID	ИД пользователя
...	
ActionType	Действие: «7» – Разрешение передачи прав доступа «8» – Перешифрование «А» – Изменение прав доступа «В» – Изменение видимости версии «С» – Создание «D» – Удаление «Е» – Изменение «F» – Шифрование сертификатом «G» – Подписание «Н» – Удаление версии
ActionDate	Дата и время действия
Detail	Детализация данных о действии
XRecID	ИД записи в таблице
...	

В качестве критерия оценки востребованности документа возьмем среднее количество обращений к одному документу за период в одну неделю. Период одна неделя выбран из соображений необходимой частоты перемещения тела документа из оперативного хранилища в архивное:

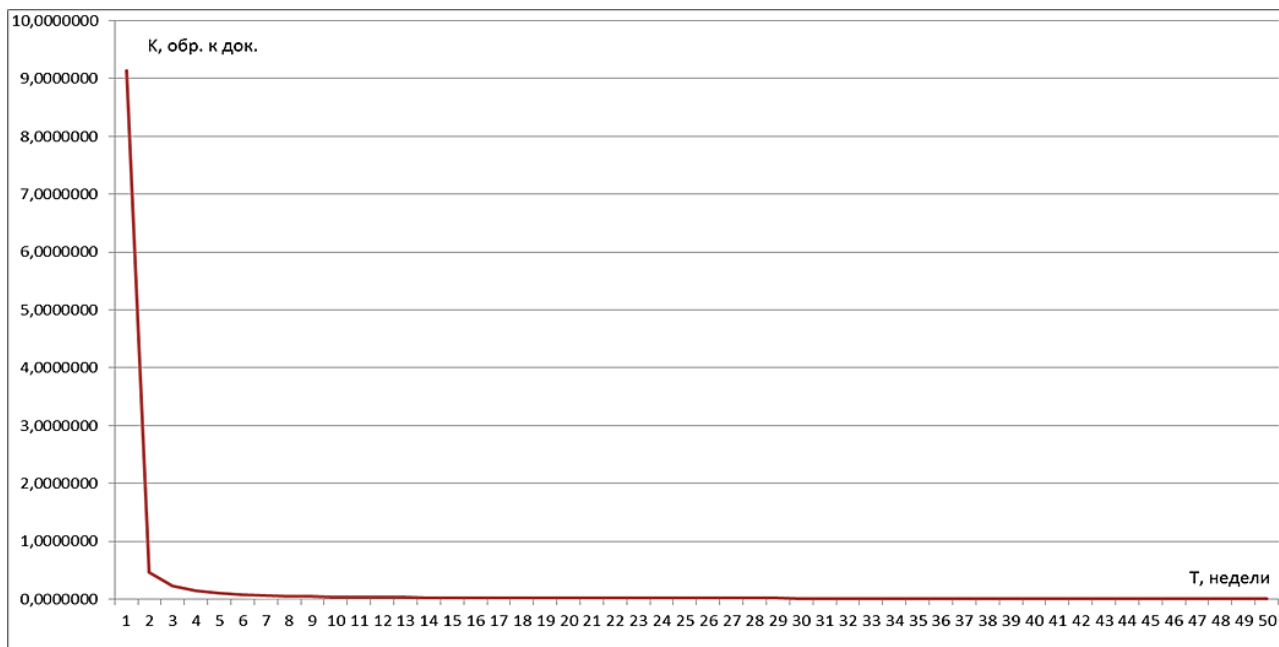
$$K_{\text{(обращений к док.)}} = \frac{K_{\text{(обращений за период)}}}{K_{\text{(всех документов)}}} \quad (1)$$

где $K_{\text{(обращений за период)}}$ – количество обращений за период (1 неделя);

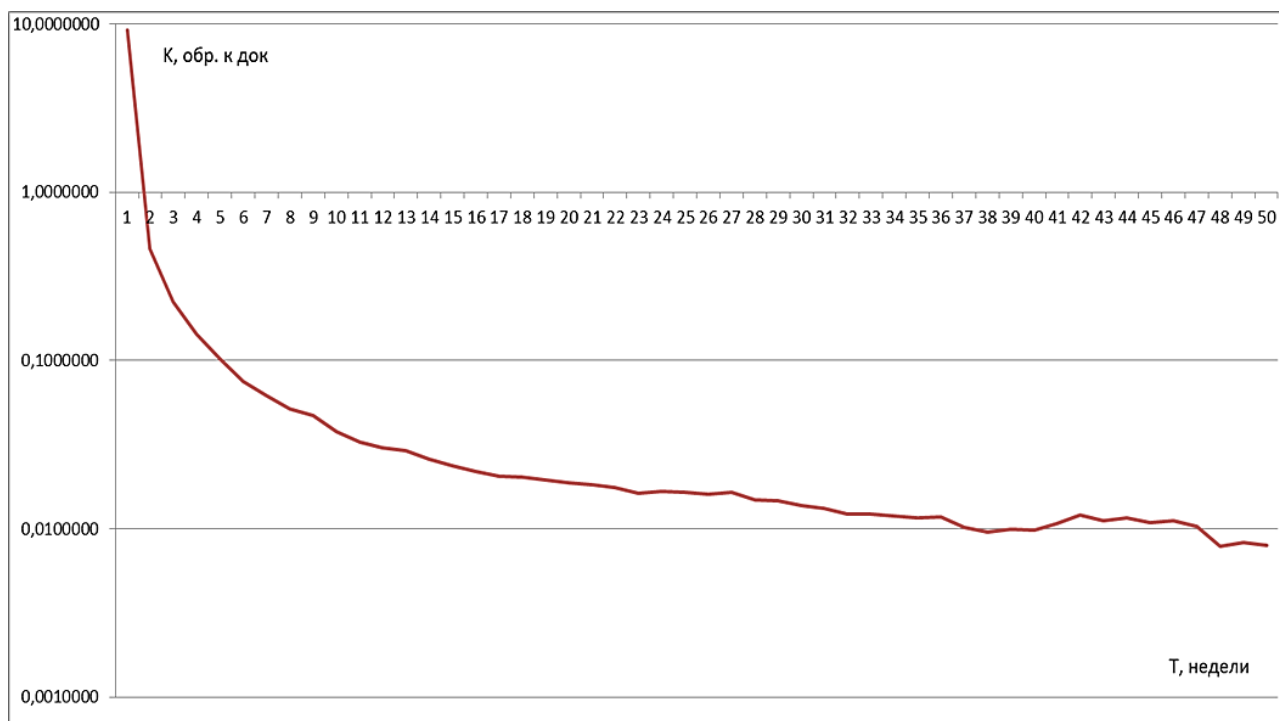
$K_{\text{(всех документов)}}$ – количество всех документов.

Данный критерий зависит от времени, притом нам интересна зависимость этого критерия от времени, прошедшего с момента создания документа.

На рис. 2 отображено среднее количество обращений к документу в течение одной недели от прошедшего времени после создания документа, где видно, что зависимость критерия от времени достаточно гладкая и монотонная.



а – линейный масштаб



б – логарифмический масштаб

Рис. 2. Среднее количество обращений к документу в течение одной недели от прошедшего времени после создания документа:
а – линейный масштаб; б – логарифмический масштаб

Данная зависимость хорошо может быть отражена трендовой моделью.

Трендовая модель – это математическая модель, описывающая изменение прогнозируемого или анализируемого показателя только в зависимости от времени и имеющая вид: $y = f(t)$.

Наиболее распространенным методом прогнозирования является нахождение аналитического выражения (уравнения) тренда. Тренд экстраполируемого явления – это основная тенденция временного ряда, в некоторой мере свободная от случайных воздействий.

Разработка прогноза заключается в определении вида экстраполирующей функции $y = f(t)$, которая выражает зависимость изучаемой величины от времени на основе исходных наблюдаемых данных. Первым этапом является выбор оптимального вида функции, дающей наилучшее описание тренда. Наиболее часто используются следующие зависимости [1]:

- линейная $y = b_0 + b_1t$; (2)

- параболическая $y = b_0 + b_1t + b_2t^2$; (3)

- показательная функция $y = b_0b_1^t$; (4)

На рис. 3 показано среднее количество обращений к документу в течение одной недели от прошедшего времени после создания документа в разрезе карточек документов. Видно, что некоторые кривые не отражают общую тенденцию убывания во времени.

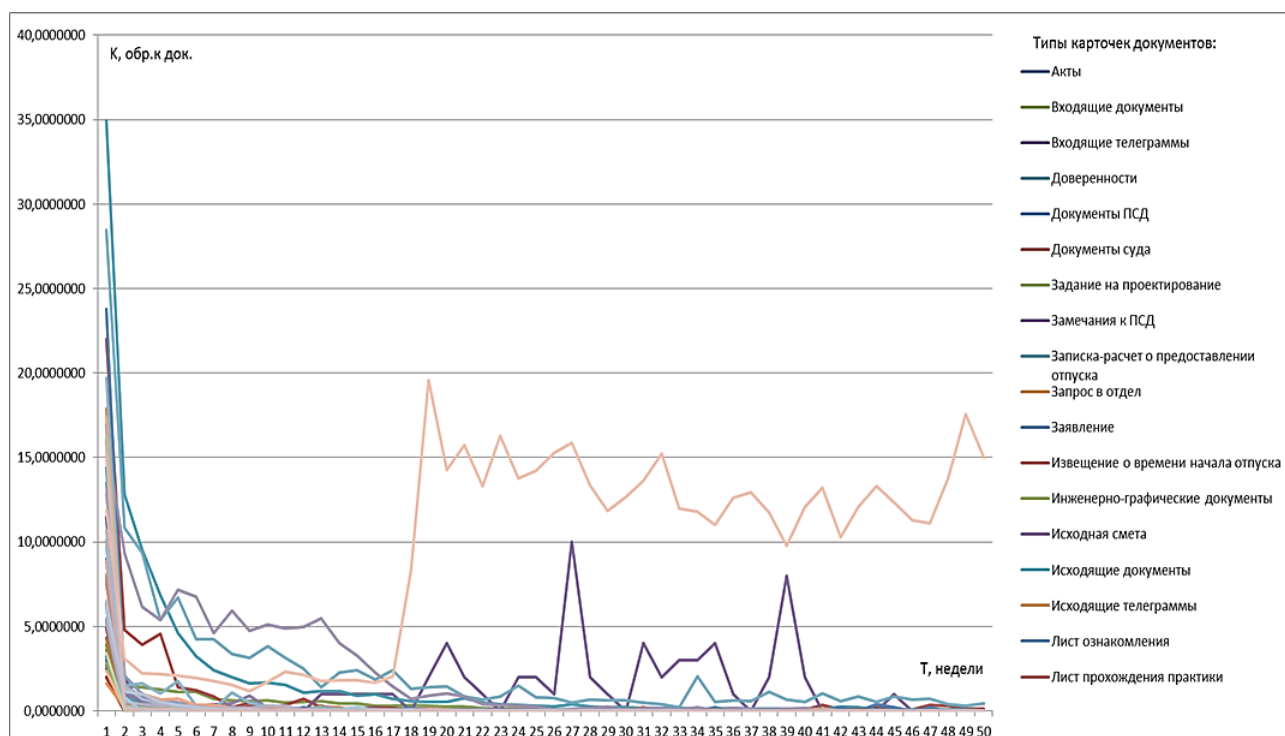


Рис. 3. Среднее количество обращений к документу в течение одной недели от прошедшего времени после создания документа в разрезе карточек документов

Поясним причины этого. Кривая, отражающая тип карточки «шаблоны документов», имеет до 17 нед. сравнительно небольшие значения: 2–3 обращения в неделю, а далеекратно увеличивается и стабилизируется на уровне 15 обращений в неделю. Это объясняется тем, что этот тип документа используется именно по своему названию как шаблон для создания текста нового документа, и поэтому количество обращений к нему в общем случае будет постоянным. Некоторая задержка в востребованности документа объясняется тем, что новый шаблон некоторое время «приживается» в бизнес-процессе предприятия.

Пример с «шаблоном документа» показывает, что в целом тренд критерия будет определяться «бизнес-сущностью» документа, и зависеть от значения определенных реквизитов карточки документа.

Основными реквизитами карточки документа, определяющие прикладное назначение документа, являются:

- тип карточки документа;
- вид документа.

Кроме того, такими реквизитами могут являться: «стадия жизненного цикла», «автор документа (его структурное подразделение)», «приложение редактор» и другие прикладные реквизиты. Среднее количество реквизитов на карточку документа приходится около десятка. Также влияние на поведение тренда может оказывать наличие ссылок на документ в других объектах СУД Directum. Влияние этих факторов на тренд критерия необходимо предварительно определить.

Заключение. Критерием перемещения текста электронного документа в архивное хранилище можно принять среднее количество обращений к одному документу за период в одну неделю, используя трендовую модель прогнозируемого значения этого критерия от времени после создания документа.

Литература

1. Койчубеков Б. К. Биостатистика: учеб. пособие. Алматы : Эверо. 2014. 154 с.
2. Лебедева И. М., Федорова А. Ю., Макроэкономическое планирование и прогнозирование : учеб. пособие. СПб. : Университет ИТМО, 2016.
3. Снитюк В. Е. Прогнозирование. Модели. Методы. Алгоритмы : учеб. пособие, Киев, 2008.
4. Directum – корпоративная система электронного документооборота [Электронный ресурс]. URL: <http://www.directum.ru/315540.aspx> (дата обращения: 12.10.2018).

УДК 681.7.068

Семенчук Е. С.

ГОРОДСКАЯ ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКАЯ СЕТЬ

В статье рассмотрена модель городской волоконно-оптической сети. Дано краткое описание модели городской волоконно-оптической сети с мультиплексированием в волновой области (DWDM), имеющей кольцевую архитектуру. Приводятся график зависимости коэффициента качества Q от длины волокна, а также глаз-диаграммы для оценки качества связи.

Ключевые слова: городская волоконно-оптическая сеть, DWDM, коэффициент качества.

Введение. В настоящее время страны с наиболее развитой инфраструктурой переходят на волоконно-оптические линии связи. Это объясняется тем, что именно оптическое волокно может обеспечить наиболее высокую скорость передачи данных.

Следствием бурного развития волоконно-оптических линий связи является ужесточение норм качества, повышение эффективности и надежности всей системы связи в целом. С каждым годом современные производители пытаются усовершенствовать методы производства оптического волокна и цифровых систем, тем самым поднимают их на новый уровень применения и улучшения параметров работы.

Цель статьи – проведение исследования городской волоконно-оптической сети с мультиплексированием в волновой области (DWDM), имеющей кольцевую архитектуру.

Задача – изучить влияние на качество связи компенсации дисперсии, расстояния.

Методом исследования послужило имитационное моделирование ВОСП, позволяющее создавать виртуальные модели реальных ВОСП с использованием сложных телекомму-

никационных компонентов и устройств, а также средств измерения для электрических и оптических величин, позволяющих контролировать параметры информационных сигналов на всех этапах их передачи, приема и обработки.

Исследование кольцевой городской сети с усилением и компенсацией дисперсии

На рис. 1 изображена графическая схема эксперимента. Ее особенностью является добавление компенсирующего волокна DCF длиной 16 км перед каждым усилителем.

При исследовании этой схемы был рассмотрен тип линейного кода: NRZ.

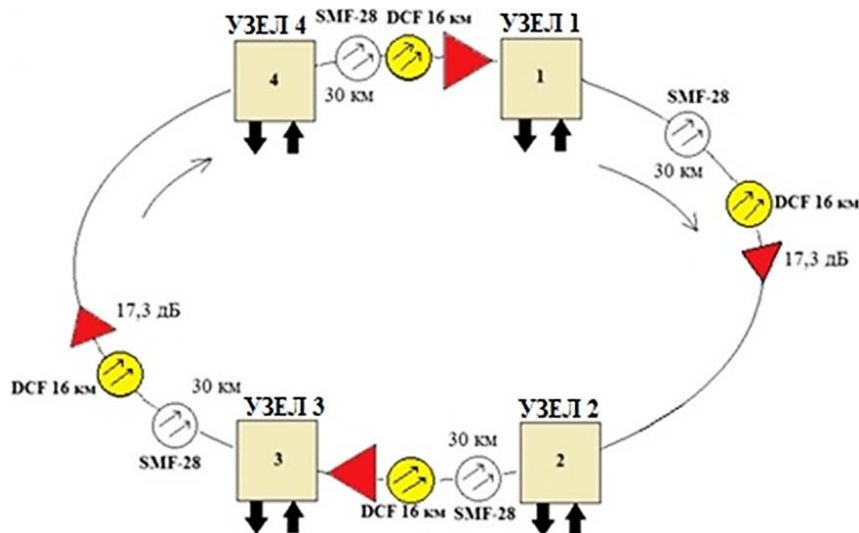


Рис. 1. Кольцевая городская сеть с усилением и компенсацией дисперсии

В работе были произведены расчеты зависимости Q фактора от длины волокна при скорости 10 Гбит/с, которые представлены в табл. 1.

Таблица 1

Расчеты зависимости Q фактора от длины волокна при скорости 10 Гбит/с

L, км	100	120	140	160	180	200	240	260	280	300	320
Q	0	2,6	4,09	5,58	7,22	11,17	14,51	11,73	7,81	4,46	0

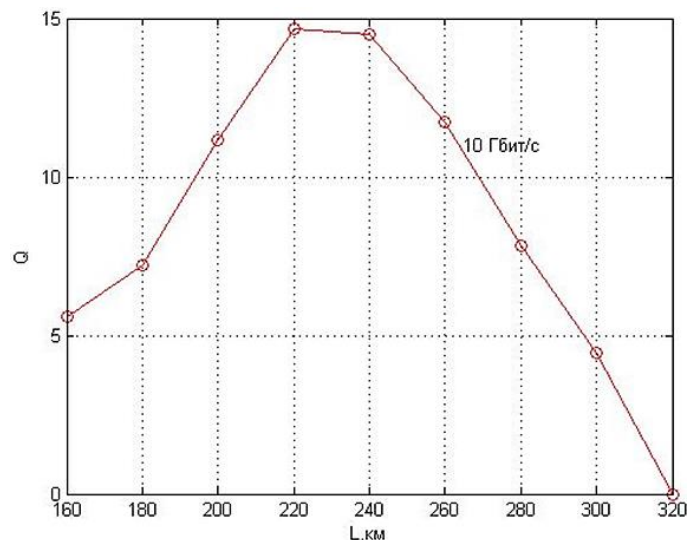


Рис. 3. График зависимости коэффициента качества Q от длины волокна L при V = 10 Гбит/с

Из графика зависимости коэффициента качества Q от длины волокна, представленного на рис. 3, можно определить максимальную длину ОВ, при которой качество передачи будет удовлетворять коэффициенту BER. По существующей расчетной норме, указанной в рекомендациях международного союза электросвязи, для оптического участка коэффициент ошибок BER должен быть не более 10–12, которому соответствует значение $Q = 7$. В результате чего для скорости передачи информации = 10 Гбит/с можно использовать длину волокна, приблизительно равную от 180 до 280 км. Максимумы имеются из-за того, что использование компенсации дисперсии не целесообразно для малых длин волокна. Выявлено, что код NRZ является благоприятным для реализации, так как показания Q -фактора при его использовании удовлетворяют оптимальному значению BER и по глаз-диаграммам, приведенным на рис. 4 и 5, видно качественную передачу сигнала.

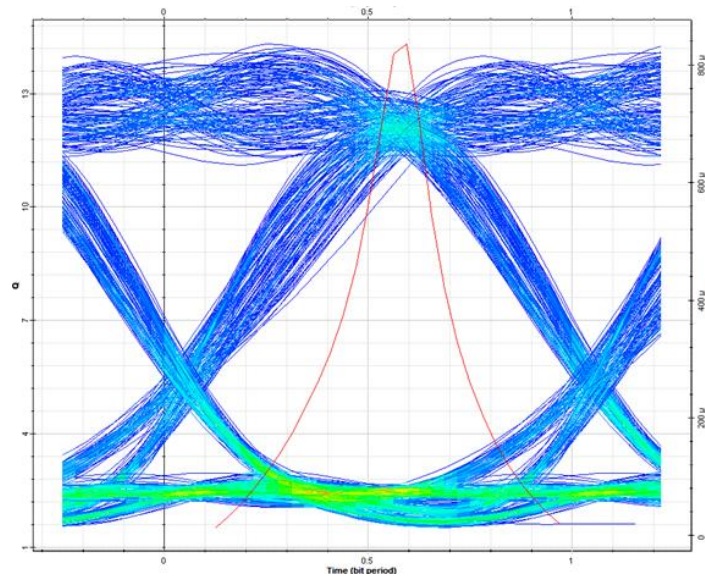


Рис. 4. Глаз-диаграмма при длине волокна $L = 220$ км

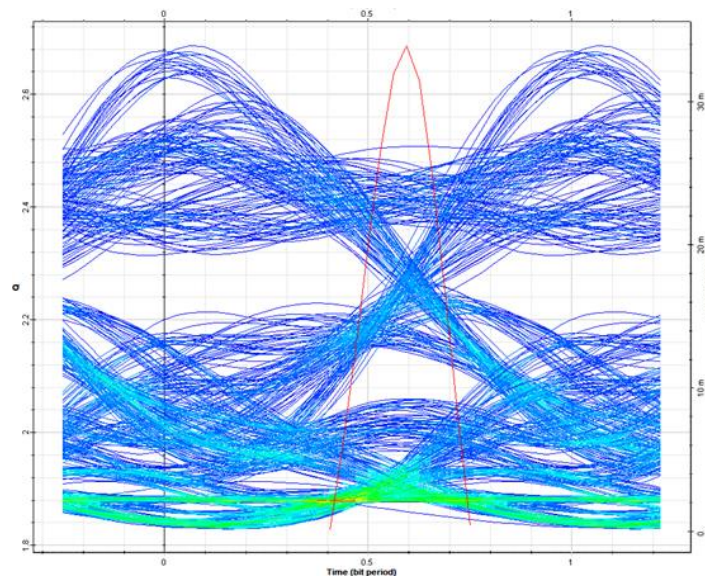


Рис. 5. Глаз-диаграмма при длине волокна $L = 120$ км

Заключение. В результате выполненной работы:

1. Проведено исследование городской волоконно-оптической сети с мультиплексированием в волновой области (DWDM), имеющей кольцевую архитектуру.

2. Получены количественные оценки качества связи с помощью максимального Q-фактора и изображения глаз-диаграмм для ВОСП с компенсацией дисперсии при битовой скорости $V = 10$ Гбит/с.

3. Результаты исследований могут использоваться для выбора технических решений при проектировании ВОСП.

Литература

1. Алексеев Е. Б. Основы технической эксплуатации современных волоконно-оптических систем передачи : учеб. пособие. М. : ИПК при МТУСИ, 1998. 195 с.

2. Иванов В. И. Применение технологии WDM в современных сетях передачи информации. Казань, 2010. 148 с.

3. Фокин В. Г. Волоконно-оптические системы передачи : учеб. пособие. Новосибирск : СибГУТИ, 2009. 314 с.

4. Фриман Р. Волоконно-оптические системы связи. М. : Техносфера, 2006. 495 с.

УДК 621.3.08

Скиданова А. Ю.

РАСЧЕТ ПОТЕРЬ МОЩНОСТИ В ИЗОЛЯЦИИ КАБЕЛЬНОЙ ЛИНИИ ПОГРУЖНЫХ ЭЛЕКТРОЦЕНТРОБЕЖНЫХ НАСОСОВ ПОД ДЕЙСТВИЕМ НЕСИНУСОИДАЛЬНОГО НАПРЯЖЕНИЯ

В статье были найдены потери мощности в изоляции кабельной линии на основной гармонике и потери на кратных гармониках, появляющихся в системе электроснабжения электроцентробежных насосов. Показано многократное превышение суммарных потерь мощности в изоляции от гармонических составляющих напряжения. Предложены мероприятия по уменьшению потерь кратных гармонических составляющих в системе электроснабжения.

Ключевые слова: гармонические составляющие, потери мощности в изоляции, не синусоидальность напряжения, показатели качества электроэнергии.

На основе экспериментальных данных, изложенных в статье [2] с помощью программного комплекса Origin, был построен и аппроксимирован график, представленный на рис. 1:

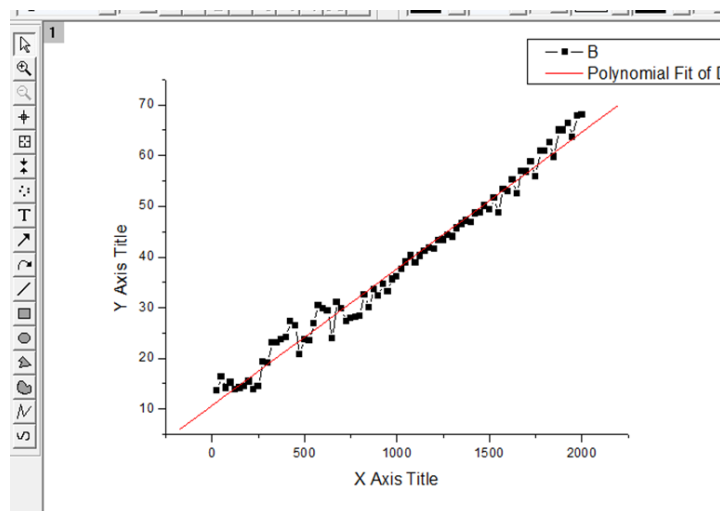
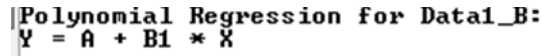


Рис. 1. График зависимости глубины погружения кабеля от температуры, полином первой степени

С помощью данного графика было получено уравнение распределения, представленное на рис. 2:



Polynomial Regression for Data1_B:
Y = A + B1 * X

Рис. 2. Уравнение распределения, полином первой степени:

Y – глубина погружения кабельной линии, м; x – температура нагрева кабеля, °С; $A, B1$ – коэффициенты

Аппроксимирующее уравнение, полученное с помощью графика можно записать в виде:

$$T(l) = A + B \cdot l, \quad (1)$$

где численные значения коэффициентов $A = 10,7 \text{ К}$; $B1 = 0,26 \frac{\text{К}}{\text{м}}$.

С помощью распределения (1) можно определить потери, связанные с токовой нагрузкой в жиле кабельной линии по всей ее длине:

$$\Delta P_I = \int_0^l \frac{1,72 \cdot \rho_1 \cdot (1 + \alpha \cdot (T - T_{oc})) \cdot I^2}{F} dl, \quad (2)$$

где $\rho = 0,0195 \times \text{Ом} \cdot \text{м}$ – удельное сопротивление меди;

$\alpha = 0,0041$ – температурный коэффициент меди;

l – длина кабеля;

I, A – рабочий ток системы.

Для $l = 2,4 \text{ км}$ численное значение токовых потерь:

$$\Delta P_I = 2,195 \text{ кВт}.$$

Также с помощью известного распределения $T(l)$ можно найти потери первой гармонической составляющей, выделяемые по всей длине кабеля:

$$\Delta P = \int_0^l U^2 \cdot \omega \cdot C \cdot \text{tg} \delta_0 \cdot e^{\alpha \cdot (T(l) - T_0)} dl, \quad (3)$$

$$C = \frac{2 \cdot \pi \cdot \varepsilon \cdot \varepsilon_0}{\ln\left(\frac{R_2}{R_1}\right)}, \quad (4)$$

где $U_{\text{ном}}$ – номинальное напряжение сети, В;

$\text{tg} \delta_{\text{и}}$ – тангенс угла диэлектрических потерь в изоляции $\frac{\Phi}{\text{м}}$;

ε – диэлектрическая постоянная изоляция кабеля, $\frac{\Phi}{\text{м}}$;

$\varepsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$ – диэлектрическая постоянная вакуума, $\frac{\Phi}{\text{м}}$;

$C_{\text{и}}$ – емкость изоляции между жилой и экраном кабеля, Φ [2].

Исходя из известных параметров, получим:

$$\Delta P_{U1} = U^2 \cdot \omega \cdot C \cdot \text{tg} \delta_0 \cdot \frac{e^{\alpha \cdot (b - T_0)}}{\alpha \cdot a} \cdot (e^{\alpha \cdot a \cdot l} - 1);$$

$$\Delta P_{U1} = 0,134 \text{ Вт}.$$

Суммарные потери тепловыделения кабельной линии по всей длине численно равны:

$$\sum_{i=1}^{n=42} \Delta P_i = 5,951 \text{ Вт.}$$

Исходя из расчетов, суммарные потери на каждой гармонике в 44 раза превышают потерь первой гармоники, что показывает влияние гармонических составляющих на систему.

Для улучшения работы системы и уменьшения потерь, связанных с гармоническими составляющими можно предложить использовать активные фильтры. Активные фильтры представляют собой управляемый источник тока, подключенный параллельно с нагрузкой, генерирующий высшие гармонические составляющие. Данный управляемый источник тока генерирует высшие гармонические составляющие той же величины, но в противофазе, таким образом, нагрузкой питающей сети потребляется ток только первой гармоники.

Литература

1. Хакимьянов М. И. Исследование мощности в кабеле скважинного погружного электродвигателя // Электротехника. 2018. № 2.
2. Передача и распределение электрической энергии / Герасименко А. А., Федин В. Т. 2-е изд. Ростов н/Д. : Феникс 2008. 715 с.

УДК 303.732.4

Соловьёв Я. В., Фёдоров Д. А.

К ВОПРОСУ ОПТИМИЗАЦИИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В ПРОЦЕССЕ ИССЛЕДОВАНИЯ РАЗВИТИЯ КРУПНЫХ ПОЖАРОВ

В данной статье дано определение понятию «крупный пожар», а также приведена его классификация по признакам. Представлены составные части времени свободного развития пожара. Расписана формула свободного развития пожара с учетом новых, ранее не учтенных величин. Проведены оценка временных параметров по степени значимости с помощью метода экспертных оценок, анализ полученных данных, и определены наиболее значимые параметры развития крупного пожара.

Ключевые слова: крупный пожар, классификация крупного пожара, временные параметры свободного развития пожара, метод экспертных оценок, коэффициент конкордации Кендалла, критерий согласования Пирсона.

В настоящее время актуальным становится вопрос изучения крупных пожаров. Лишь за последние 3 года огненная стихия унесла десятки жизней наших соотечественников. Пожар, как своего рода необратимое бедствие, является постоянно действующим врагом нашей страны. Он причиняет не только материальный ущерб, но и наносит вред интересам общества и государства. Наиболее трагическим примером служит пожар, произошедший в марте 2018 года в торгово-развлекательном комплексе «Зимняя вишня» города Кемерово. Безусловно, трагедия, унесшая жизни 64 человек, не может остаться без внимания. По числу жертв кемеровский пожар – один из четырех крупнейших за 100 лет наряду с пожарами в самарском УВД (1999, 57 жертв), в доме престарелых в станице Камышеватская в Краснодарском крае (2007, 63 жертвы) и в клубе «Хромая лошадь» в Перми (2009, 153 жертвы).

Определение понятия крупного пожара зависит не только от количества погибших людей. Согласно организационно-методических указаний по тактической подготовке

начальствующего состава федеральной противопожарной службы МЧС России крупный пожар – это пожар, на который привлекаются силы и средства пожарной охраны по повышенному номеру (рангу) пожара, а также пожар с убытком 3 420 минимальных размеров оплаты труда и более, с групповой гибелью 5 и более человек, травмированием 10 и более человек, в том числе и сотрудников (работников) пожарной охраны [6].

Таким образом, крупный пожар можно классифицировать по следующим признакам (составляющим):



Рис. 1. Классификация признаков крупного пожара

Для решения вопросов и задач в области пожарной безопасности необходимо знать и уметь анализировать крупные пожары как в процессе их развития в конкретных условиях, так и после полной ликвидации их последствий. Правильная оценка обстановки на пожаре, прогноз его развития, определение, решающее направление ввода сил и средств пожарной охраны, зависят от определения начальных параметров, которые непосредственно влияют на его развитие.

Каждый крупный пожар представляет собой единственную в своем роде ситуацию, определяемую различными событиями и явлениями, носящими случайный характер, например, время до сообщения о пожаре, а также время его обработки. К сожалению, на данный момент предсказать развитие крупных пожаров во всех деталях не представляется возможным. Однако пожар обладает общими закономерностями свободного развития, что позволяет построить аналитическое описание общих факторов и их параметров [3].

Изучив статистику пожаров за 2012–2016 гг., представленную ФГБУ ВНИПО МЧС России, можно сделать вывод о том, что большинство пожаров, произошедших за этот период (55 %), были обнаружены за время более чем 10 минут и как следствие получали сильное развитие. Оставшиеся 45 % от общего числа были обнаружены за время менее 10 минут [7].

Для исследования в области системного анализа крупных пожаров требуется определить ряд начальных параметров, которые наиболее кардинально влияют на его первоначальное свободное развитие и дальнейшее распространение по горючей нагрузке. Как известно, время – это основная составляющая любого параметра пожара. Для решения основной задачи пожарного подразделения, а именно спасения людей и ликвидации горения в кратчайшие сроки, важно, чтобы пожар на момент прибытия отделений не получил большого распространения [8].

В соответствии с материалами издания по пожарной тактике [3, с. 97] время свободного развития пожара (T) рассчитывается по формуле:

$$T = T_{д.об.} + T_{сл.} + T_{б.р.}, \quad (1)$$

где T_1 – время с момента возникновения пожара до его обнаружения и начала сообщения о нем;

T_2 – время следования на пожар;

T_3 – время боевого развертывания сил и средств.

Однако при более детальном разборе времени свободного развития пожара становится понятно, что приведенная формула не учитывает всех временных показателей, которые влияют на развитие крупного пожара. Не учитывается время обработки сообщения о пожаре диспетчером, время сбора и выезда дежурного караула, а также время разведки на месте по-

жара. Стоит отметить, что время обработки вызова диспетчером, а также время разведки на месте пожара ранее никогда не учитывались при расчете общего времени свободного развития пожара. Таким образом, формула расчета времени (T) будет иметь следующий вид:

$$T = \sum_{i=1}^n T_i. \quad (2)$$

Расписав сумму временных параметров T_i получим выражение:

$$T = T_1 + T_2 + T_3 + T_4 + T_5 + T_6, \quad (3)$$

где T_1 – время с момента возникновения пожара до его обнаружения и начала сообщения о нем;
 T_2 – время обработки сообщения о пожаре диспетчером;
 T_3 – время сбора и выезда дежурного караула;
 T_4 – время следования на пожар;
 T_5 – время разведки на месте пожара;
 T_6 – время боевого развертывания сил и средств.

Представляет интерес выявить, какой из временных параметров будет являться наиболее важным. Для этого хорошо показали себя методы экспертного анализа, методы экспертных оценок [5]. Проведение экспертного опроса традиционно включает в себя несколько этапов: отбор экспертов, участвующих в опросе; выбор формы и метода проведения опроса и заполнения анкет; оценка качества работы и компетентности экспертов, обработку результатов, выводы [2].

Для получения и обработки данных оценки временных параметров развития крупных пожаров ($T_1, T_2, T_3, T_4, T_5, T_6$) были опрошены специалисты (эксперты) в области пожарной безопасности в числе 9 сотрудников и 1 работник ФГКУ «1 ОФПС по ХМАО – Югре».

Оценку степени значимости параметров эксперты произвели путем присвоения им баллов в диапазоне от 0 до 100, где 100 баллов наивысшая оценка. Присвоение нескольким параметрам одинаковых баллов по условию анкеты запрещалось. Полученные данные в табл. 1.

Таблица 1

Сводная таблица матрицы баллов

№	Параметры свободного развития крупного пожара	Эксперты									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Время с момента возникновения пожара до его обнаружения и начала сообщения о нем	40	90	100	85	100	90	45	50	90	80
2	Время обработки сообщения о пожаре диспетчером	45	100	95	100	95	100	50	45	95	85
3	Время сбора и выезда дежурного караула	80	35	45	10	55	50	75	90	50	35
4	Время следования на пожар	50	85	90	80	85	80	20	60	100	75
5	Время разведки на месте пожара	30	70	85	75	80	75	40	40	80	90
6	Время боевого развертывания сил и средств	100	60	70	70	75	70	55	35	60	55

Параметру, которому эксперт дал наивысшую оценку, присваивался ранг – 1, а для наименьшей оценки ранг – 6. На основе полученных данных составлена сводная таблица матрицы рангов, в которой для определения разности рангов каждого из параметров можно использовать формулу [2]:

$$d_{ij} = \sum T_{ij} - \frac{\sum \sum T_{ij}}{n} = \sum T_{ij} - 35, \quad (4)$$

где d_{ij} – разность рангов каждого из параметров;

$\sum T_{ij}$ – сумма рангов всех параметров;

n – количество временных параметров.

Таблица 2

Сводная таблица матрицы рангов

Параметры	Эксперты										Сумма рангов	d_{ij}	d_{ij}^2	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				
T1	5	2	1	2	1	2	4	3	3	3	26	-9	81	
T2	4	1	2	1	2	1	3	4	2	2	22	-13	169	
T3	2	6	6	6	6	6	1	1	6	6	46	-11	121	
T4	3	3	3	3	3	3	6	2	1	4	31	-4	16	
T5	6	4	4	4	4	4	5	5	4	1	41	6	36	
T6	1	5	5	5	5	5	2	6	5	5	44	9	81	
											ΣT_{ij}	210	$S = \Sigma d_{ij}^2$	504

Проведя анализ суммы рангов временных параметров на основании мнения экспертов, можно сделать вывод, что их наименьшая сумма свидетельствует о наибольшей значимости параметра [2]. Таким образом, распределение параметров по значимости отразим в таблице.

Таблица 3

Распределение временных параметров по значимости

Порядковый номер значимости	Параметры	Сумма рангов
1	Время обработки сообщения о пожаре диспетчером	22
2	Время с момента возникновения пожара до его обнаружения и начала сообщения о нём	26
3	Время следования на пожар	31
4	Время разведки на месте пожара	41
5	Время боевого развертывания сил и средств	44
6	Время сбора и выезда дежурного караула	46

Для определения степени согласованности мнений экспертов можно использовать формулу расчета коэффициента конкордации Кендалла (W) [4]:

$$W = \frac{12S}{m^2(n^2 - n)} = \frac{12 \times 504}{10^2(6^3 - 6)} = 0,288, \quad (5)$$

где m – число экспертов;

n – количество временных параметров;

S – сумма квадратов разностей рангов Σd_{ij}^2 (табл. 2).

Так как значение $W = 0,288$ находится в диапазоне значений от 0,2 до 0,4, коэффициент конкордации Кендалла говорит о наличии слабой степени согласованности мнений экспертов.

Следует отметить, что для определения компетентности экспертов в области предлагаемого опроса, в анкете было предложено распределить временные параметры по порядку их возникновения и следования друг за другом. Эксперты под номерами 1, 7 и 8 допустили ошибки в последовательности. Помимо этого, на основании анонимных данных о занимаемой должности, общем стаже работы в структуре МЧС, образовании и оконченом вузе, а также их возрасте, представляется возможным разделить опрашиваемых экспертов на две группы:

1. Эксперты, непосредственно принимающие участие в боевых действиях по тушению пожаров, а также имеющие допуск к руководству тушением пожара (2, 3, 4, 5, 6, 9, 10).

2. Эксперты, занимающие инженерские должности и не участвующие в боевых действиях по тушению пожаров (1, 7, 8);

Кроме того, обратив внимание на распределение рангов в табл. 2, наибольшее отклонение по степени важности практически для каждого из параметров допустили те же эксперты под номерами 1, 7 и 8.

На основании этого целесообразным является исключить экспертов 1, 7 и 8, провести обработку данных, не учитывая их оценки, а также заново построить сводную таблицу матрицы рангов, для которой формула разности рангов примет вид:

$$d_{ij} = \Sigma T_{ij} - \frac{\Sigma \Sigma T_{ij}}{n} = \Sigma T_{ij} - 24,5. \quad (6)$$

Таблица 4

Сводная таблица матрицы рангов для семи экспертов

Параметры	Эксперты							Сумма рангов	d_{ij}	d_{ij}^2
	2	3	4	5	6	9	10			
T1	2	1	2	1	2	3	3	14	-10,5	110,25
T2	1	2	1	2	1	2	2	11	-13,5	182,25
T3	6	6	6	6	6	6	6	42	17,5	306,25
T4	3	3	3	3	3	1	4	20	-4,5	20,25
T5	4	4	4	4	4	4	1	25	0,5	0,25
T6	5	5	5	5	5	5	5	35	10,5	110,25
	ΣT_{ij}							147	$S = \Sigma d_{ij}^2$	729,5

Распределение временных параметров свободного развития пожаров по значимости согласно сумме рангов не изменилось. Степень согласованности мнений экспертов снова:

$$W = \frac{12S}{m^2(n^3 - n)} = \frac{12 \times 729,5}{7^2(6^3 - 6)} = 0,851 \quad (7)$$

$W = 0,851$ говорит о высокой степени согласованности мнений экспертов. Далее для проверки статистической значимости коэффициента конкордации рассчитаем критерий согласования Пирсона (χ^2) [2]:

$$\chi^2 = \frac{12S}{mn(n+1)} = n(m-1)W = 7 \times (6-1) \times 0,851 = 29,78. \quad (8)$$

Расчитанный χ^2 сравним с табличным значением для числа степеней свободы – $k = n - 1 = 6 - 1 = 5$ и при заданном уровне значимости $\alpha = 0,05$. Так как χ^2 расчетный (29.78) > табличного (11,07050) [4], то $W = 0,851$ – величина не случайная, а это значит, что полученные результаты имеют смысл.

Таким образом, в результате обработки данных исследования с помощью метода экспертных оценок выявлено, что одним из наиболее значимых временных параметров свободного развития крупного пожара является время обработки сообщения о пожаре диспетчером (T_2). Необходимо отметить, что данный параметр играет важную роль в определении общего времени свободного развития пожара до момента ввода сил и средств подразделений пожарной охраны для его ликвидации, а также требует дальнейшего изучения в области системного анализа крупных пожаров [1].

Литература

1. Антонов А. В. Системный анализ : учеб. для вузов. М. : Высш. шк., 2004. 454 с.
2. Анохин А. Н. Методы экспертных оценок : учеб. пособие. Обнинск : ИАТЭ, 1996. 148 с.
3. Верзилин М. М., Повзик Я. С., Пожарная тактика. М. : ЗАО «Спецтехника НПО», 2007. 423 с.
4. Кендалл М., Стьюарт А. Статистические выводы и связи. М. : Наука ; Физматлит. 1973. Т. 2. 899 с.

5. Орлов А. И. Экспертные оценки : учеб. пособие. М., 2002. 31 с.
6. Организационно-методические указания по тактической подготовке начальствующего состава федеральной противопожарной службы МЧС России. 2007 г.
7. Пожары и пожарная безопасность в 2012–2016 годах: статистич. сб. / под общ. ред. В. И. Климкина. М. : ФГБУ ВНИИПО, 2017.
8. Терехнев В. В., Грачев В. А. Организация службы начальника караула пожарной части. М. : ПожКнига, 2005.

Сухочев А. А.

ТЕХНОЛОГИИ ОПЕРЕЖАЮЩЕГО УПРАВЛЕНИЯ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИМ РАЗВИТИЕМ СЕВЕРНЫХ ТЕРРИТОРИЙ

В данном проекте затрагиваются проблемы точности получения геолокационных данных объекта через GPS, его энергозатратность и дороговизна. Целью проекта является: на основе ИС «Веб-сайт персонального гео-мониторинга» разработать ИС адаптивного геопозиционирования, используя методы определения гео-координат через базовые станции без использования сторонних баз данных LBS. Актуальностью данного проекта являются:

- 1) использование кроссплатформенного отечественного программного решения ИС:Предприятие 8.3;
- 2) повышение автономности датчика геопозиционирования за счет менее энергозатратных операций получения координат;
- 3) отсутствие общедоступного программного геоопределения базовых станций с учетом возможных движений БС;
- 4) разработка дешевой, простой и менее энергозатратной альтернативы GPS.

Ключевые слова: А-GPS, LBS, ИС: Предприятие, Apache HTTP-сервер, JavaScript.

Существует множество спутниковых систем навигации, которые используются в мире. Одной и самой известной из таких систем является GPS (Global Positioning System – система глобального позиционирования). Суть GPS заключается в том, что если точно знать свои координаты на Земле, то становится возможным измерить положение и скорость спутника, и наоборот, точно зная положение спутника, можно определить собственную скорость и координаты. Благодаря GPS можно определить местоположение специального трекера или мобильного устройства, способные передавать координаты своего местоположения спутнику, проводить фильтрацию данных и затем отображать месторасположение на карте.

Однако случаются непредвиденные обстоятельства, которые прерывают передачу данных на спутник и тем самым невозможно определить местоположения объекта. Кроме того, операция восстановления длительная и энергозатратная. Для решения подобных проблем существует альтернативный вариант навигационной системы А-GPS (Assisted GPS – содействующая система глобального позиционирования). Принцип работы А-GPS тот же, что и у обычного GPS, но координаты объекта передаются не на спутник, а на базовые станции.

Так же, помимо А-GPS, проводится анализ навигационной системы LBS. Location-based service, LBS (с англ. – служба, основанная на местоположении) – тип информационных и развлекательных услуг, основанных на определении текущего местоположения мобильного телефона пользователя.

Обе системы используют для получения координат устройства базовые станции. Однако, для того чтобы получить доступ к базовым станциям и получать через них координаты объектов, необходимо иметь договоренность с обслуживающими телефонными компаниями, но на стадии научно-исследовательской работы мы проведем разработку мнимых БС для проверки работоспособности данной ИС.

A-GPS (с англ. Assisted GPS) – технология, ускоряющая «холодный старт» GPS-приемника. Ускорение происходит за счет предоставления необходимой информации через альтернативные каналы связи. Часто используется в сотовых телефонах, содержащих и приемник GPS.

Для алгоритмов A-GPS необходим канал связи с удаленным сервером, который предоставляет информацию для приемника. Для мобильных устройств этим каналом чаще всего является интернет-соединение с помощью сотовой связи, либо Wi-Fi [1].

Визуализационные возможности современных мобильных телефонов (в частности, смартфонов) позволяют отображать на экране электронные карты достаточно высокого качества, что позволяет использовать LBS для решения различных бизнес-задач, навигации и развлечений.

LBS не обязательно используют технологию GPS или A-GPS для определения местоположения. Местоположение также может быть определено с использованием базовых станций сотовых сетей GSM и UMTS (с англ. Universal Mobile Telecommunications System – универсальная мобильная телекоммуникационная система), либо посредством точек доступа Wi-Fi. В сетях UMTS точность определения координат может достигать 50 м.

Под «поиском» в сотовой LBS подразумевается не определение местоположения собственно мобильного телефона, а привязка его местоположения к ориентирам, нанесенным на электронную карту LBS-системы оператором сотовой сети или поставщиком услуги и предоставляемая в простой и доступной для человека форме [5].

В качестве серверной части: базы данных и сервера приложений выбрана платформа 1С:8.3. На этой же платформе реализован АРМ оператора.

Для реализации ИС были использованы: Apache HTTP-сервер, HTML, JavaScript, 1С: Мобильное приложение, Android Studio.

Apache HTTP-сервер – является кроссплатформенным ПО, поддерживает операционные системы Linux, BSD, Mac OS, Microsoft Windows, Novell NetWare, BeOS.

Основными достоинствами Apache считаются надежность и гибкость конфигурации. Он позволяет подключать внешние модули для предоставления данных, использовать СУБД для аутентификации пользователей, модифицировать сообщения об ошибках и т. д., поддерживает IPv6 [7].

БД ИС реализована на платформе 1С:Предприятие 8.3. В ней используется в качестве серверной части: базы данных, сервера приложений и АРМ оператора. Также 1С является центральным звеном всей системы. Все настройки по проектированию происходят именно там.

Вследствие этого HTTP Apache используется для кросс-платформенности и для подключения внешних модулей для предоставления данных, использование СУБД для аутентификации пользователей, модификаций сообщения об ошибках и т. д.

HTML – стандартизированный язык разметки документов во Всемирной паутине. Большинство веб-страниц содержат описание разметки на языке HTML (или XHTML). Язык HTML интерпретируется браузерами; полученный в результате интерпретации форматированный текст отображается на экране монитора компьютера или мобильного устройства [3].

JavaScript – мультипарадигменный язык программирования. Поддерживает объектно-ориентированный, императивный и функциональный стили.

JavaScript обычно используется как встраиваемый язык для программного доступа к объектам приложений. Наиболее широкое применение находит в браузерах как язык сценариев для придания интерактивности веб-страницам [4].

Мобильная платформа 1С:Предприятия – это набор инструментов и технологий для быстрой разработки приложений под мобильные ОС, с использованием той же среды разработки (конфигуратор) и тех же методик разработки, что используются для «обычных» приложений 1С. В результате получаются автономные, офлайн-приложения, но с возможностью обмена информацией с внешним миром при помощи широкого спектра средств интеграции, предоставляемого платформой: Web и HTTP-сервисы, e-мэйл и т. д.

Android Studio – это интегрированная среда разработки (IDE) для работы с платформой Android, анонсированная 16 мая 2013 года на конференции Google I/O [2].

Литература

1. AGPS [Электронный ресурс]. UML: <<https://ru.wikipedia.org>.
2. Android Studio [Электронный ресурс]. UML: <<https://ru.wikipedia.org>.
3. HTML [Электронный ресурс] UML: <https://ru.wikipedia.org>.
4. JavaScript [Электронный ресурс]. UML: <https://ru.wikipedia.org>.
5. LBS [Электронный ресурс]. UML: <<https://ru.wikipedia.org>.
6. Билл Кеннеди, Чак Муссиано. HTML и XHTML. Подробное руководство. СПб. : Символ-Плюс, 2008.
7. Хокинс, Скотт. Администрирование Web-сервиса Apache и руководство по электронной коммерции / пер. с англ. М. : ИД Вильяме, 2001. 336 с.

УДК 681.7.068

Черненко В. А.

МОДЕЛИРОВАНИЕ КОГЕРЕНТНОЙ ОПТИЧЕСКОЙ СЕТИ

В статье рассмотрено исследование модели когерентной волоконно-оптической сети с многоуровневыми форматами модуляции. Проведены исследования качества сигнального созвездия от длины оптического волокна и дисперсии в оптическом волокне. Приведены диаграммы созвездий.

Ключевые слова: когерентная волоконно-оптическая связь, когерентный прием, многоуровневые форматы модуляции, диаграммы созвездий.

Введение. В работе рассмотрено применение когерентных оптических систем на практике. Проводятся исследование модели с ортогональным частотным разделением каналов 4-уровневой амплитудной модуляцией (OFDM 4QAM) при изменении длины оптического волокна и влиянии дисперсии волокна.

Многоуровневая модуляция является относительно новой технологией, позволяющей передавать несколько символов за один битовый интервал. Она дает возможность передачи электромагнитной волны в вертикальной и горизонтальной поляризации, плюс, различную фазу и амплитуду электромагнитной волны, а также изменение интенсивности, что позволяет передавать 2 бита на каждый символ или больше. Существуют экспериментальные форматы, где число битов доходит до 256. Увеличение бита за тактовый интервал уменьшает дальность, на которую можно передавать сигнал без усиления и регенерации, что является заметным минусом.

Два или более сигнала, которые имеют постоянный относительный фазовый сдвиг в разных временных интервалах, называются когерентными. Возможность их взаимодействия открывает новые возможности в сфере систем связи, когерентные сигналы можно складывать и вычитать в зависимости от фазовых соотношений. Одинаковая частота сигналов еще не указывает на фазовую когерентность, поскольку дрейф фазы и некорреляционные шумы между сигналами вызывают преобразование в фазовых соотношениях во времени. Неволевые изменения фазы, даже на небольшую величину, ведут за собой последствия, когда сигналы не будут верно суммироваться и вычитаться. Когерентным сигналам присущи фазовые искажения. Они могут иметь большую величину дрейфа фазы и фазового шума, если эти негативные явления общие для сигналов и для изменения фаз аналогично.

Главным недостатком метода амплитудной манипуляции является то, что за единицу времени в каждом канале передается всего один бит информации. Вследствие начали использоваться новые методы передачи трафика, которые раскрывают свой гигантский потенциал. Вместо одного бита кодируется несколько за тот же момент времени, вследствие увеличивается количество всех битов за единицу времени, не уменьшая битовый интервал. В итоге можно сделать вывод, что используя одну и ту же ширину полосы частот, можно передать данных информации в разы больше.

Существуют два наиболее распространенных вида созвездий под одномерную (амплитудную) и двумерную (фазовую) модуляции. Созвездие – это полное множество модулирующих сигналов, изображенных на квадратурной диаграмме в виде точек. В зависимости от расположения и количества точек выделяют модуляции разного порядка с разным расположением точек на них. Расстояние между соседними точками созвездия указывает на помехоустойчивость на приемном конце, т. е. чем меньшее количество бит на символ передается, тем меньше количество точек созвездий (большее расстояние между точками) и тем больше помехоустойчивость. На рис. 1 представлена одномерная и двухмерная модели.

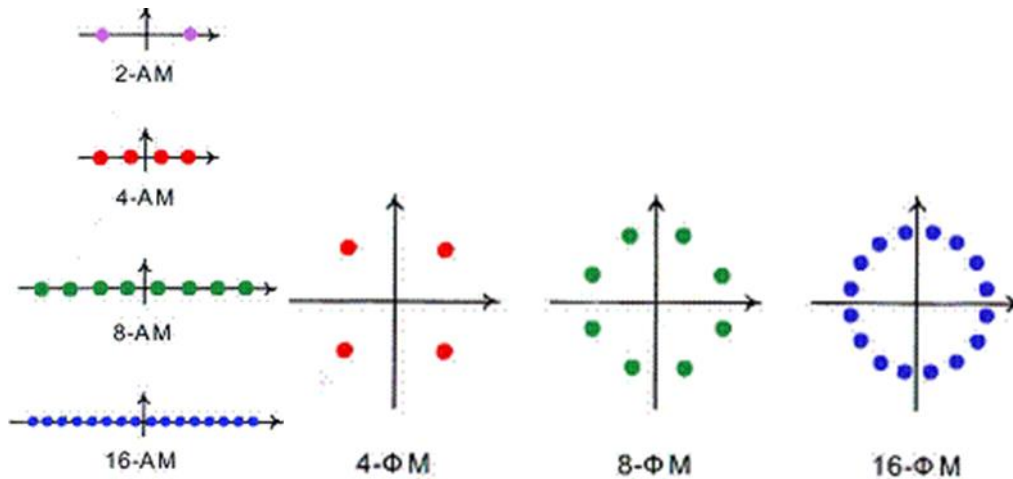


Рис. 1. Одномерная модель сигнального созвездия (слева).
Двухмерная модель сигнального созвездия (справа)

Принцип многоуровневой модуляции: сигнал разделяется на вертикальную и горизонтальную поляризацию ортогональных друг другу (рис. 2 слева), дополнительно эти две поляризации можно сдвинуть по фазе, например, на $\pi/2$ (рис. 2 справа). Вследствие этого, можно получить два бинарных сигнала с разными фазами (BPSK).

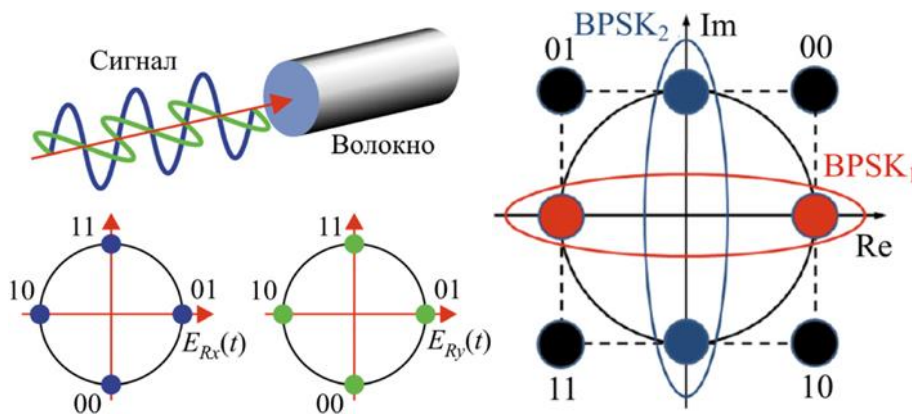


Рис. 2. Использование двух поляризаций электромагнитной волны (слева).
Два бинарных сигнала с разными фазами (справа)

Исследование схемы с ортогональным частотным разделением каналов с 4-уровневой амплитудной модуляцией (OFDM 4QAM)

На рис. 3 приведена схема с ортогональным частотным разделением каналов с 4-уровневой амплитудной модуляцией (OFDM 4QAM).

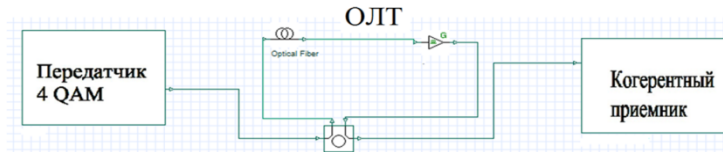


Рис. 3. Схема 4QAM

Влияние длины ОВ на качество сигнала созвездия в схеме

На рис. 4 приведены диаграммы созвездий после прохождения оптического волокна.

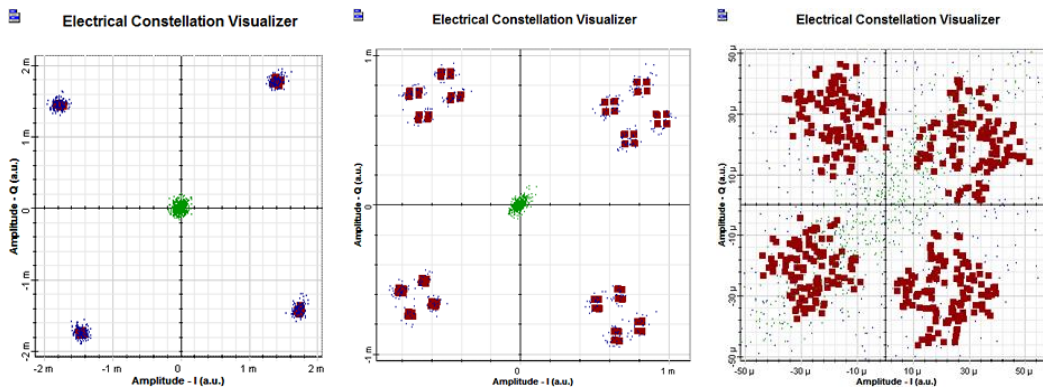


Рис. 4. Диаграммы созвездий после прохождения оптического волокна
 $L = 20$ км, $L = 60$ км, $L = 200$ км

Очевидно, что уменьшение длины снижает разброс сигналов созвездия, так как отрицательное влияние ОВ на сигнал длится меньше, значит, вносится меньше искажений и помех.

Наблюдается заметное увеличение шумов и попадания сигналов других созвездий в соседние области, в которой они не должны распространяться.

Влияние дисперсии в ОВ на качество сигнала созвездия в схеме

На рис. 5 приведены диаграммы созвездий после прохождения оптического волокна с дисперсией.

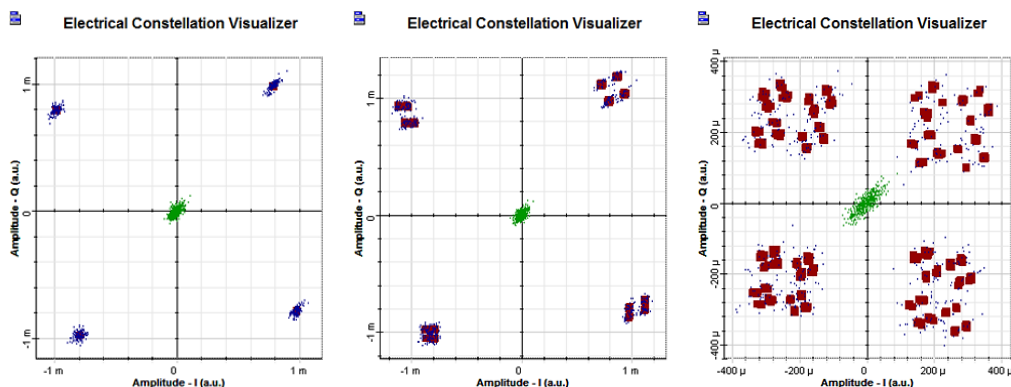


Рис. 5. Диаграмма созвездий после прохождения оптического волокна
с дисперсией $D = 0$ пс/нм/км, $D = 5$ пс/нм/км, $D = 16,75$ пс/нм/км

Полученные результаты показывают, что при увеличении дисперсии будет наблюдаться все большее расхождение точек созвездий на графике, что свидетельствует об ухудшении качества связи.

В работе описан и продемонстрирован один из последних подходов (когерентный прием с многоуровневой модуляцией), благодаря которому скорость передачи данных может быть увеличена в десятки раз на одно оптическое волокно (в зависимости от количества уровней в многоуровневой модуляции) без уменьшения тактового интервала.

Литература

1. Фокин В. Г. Волоконно-оптические системы передачи : практикум. Новосибирск : СибГУТИ, 2011. 58 с.
2. Фокин В. Г. Когерентные оптические сети : учеб. пособие. Новосибирск : СибГУТИ, 2015. 371 с.
3. Фокин В. Г., Ибрагимов Р. З. Оптические системы с терабитными и петабитными скоростями передачи [Электронный ресурс] : учеб. пособие. Новосибирск: СибГУТИ, 2016. 156 с.
4. Вербовецкий А. А. Основы проектирования цифровых оптических систем и сетей связи. М. : Алекс, 2003. 218 с.

УДК 537.876

Юсупова Н. Г.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА НАГРЕВА ГАЗОГИДРАТНЫХ ЗАЛЕЖЕЙ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫМ ИЗЛУЧЕНИЕМ

Рассмотрена модель, описывающая процесс нагрева залежей газовых гидратов воздействием на них электромагнитным излучением высокочастотного диапазона.

Ключевые слова: электромагнитное излучение, нагрев, газовые гидраты.

Введение. Задача разложения газогидрата электромагнитным излучением приобретает все большее значение в прикладных разделах физики и математики.

Добыча метана снизит парниковый эффект, а также метан является колоссальным перспективным источником энергии в отрасли добычи газа. Но в природе они встречаются в толще океанического дна и в вечномёрзлых породах, потому добывать их очень сложно – на глубину в нескольких сотен метров (для газогидрата метана примерно 600–900 м) нужно бурить скважины, а потом выделять природный газ из льда и транспортировать на поверхность.

В данной работе численные исследования проводились с помощью двумерной осесимметричной модели разложения газогидрата в пористых средах под воздействием микроволнового нагрева. Система уравнений, описывающая описанный выше процесс, включает в себя четыре уравнения: уравнение баланса массы газовой, водной и гидратной фаз, уравнение энергетического баланса, обобщенный закон Дарси для воды и газа, кинетическая модель Кима-Бишна для разложения гидрата. Система закрывается условием равновесия смеси. Данная система уравнений сводится к четырем дифференциальным уравнениям относительно температуры, давления, объемного гидрата и водонасыщенности с соответствующими граничными и начальными условиями. Моделирование разложения газогидрата в пористых средах под действием микроволнового нагрева производится методом конечных элементов. Для моделирования разложения газогидрата были использованы физические параметры, характерные для типичного гидратного пласта. Время эксперимента нагрева газогидратной залежи составляло 30 дней.

Постановка задачи. Рассмотрим задачу о разложении газовых гидратов в пористой среде, первоначально насыщенной термодинамически равновесной смесью гидрата метана, воды и газа. Горизонтальный пласт толщины H заключен между плоскостями, перпендикулярными оси z , кровлей и подошвой, которые непроницаемы и теплоизолированы. Сверху и снизу пласт окружает неограниченная среда, теплофизические характеристики которой отличаются от характеристик пласта. Считается, что скелет пористой породы и газовый гидрат несжимаемы и неподвижны, газ является совершенным, вода несжимаема; движение газа и воды подчиняется закону двухфазной фильтрации Дарси, капиллярные эффекты не учитываются. В скважину на уровне пласта помещен источник мощностью несколько десятков киловатт, излучающий электромагнитные волны в радиальном направлении. Вследствие объемного поглощения электромагнитной энергии вокруг скважины происходит разогрев пласта и прилегающих пород, приводящий к разложению гидрата метана. Основные уравнения, описывающие динамику равновесной смеси газа, воды и газового гидрата в пористой среде, представляют собой законы сохранения массы газа, массы воды, массы газогидрата и закон сохранения энергии.

Блок-схема алгоритма расчета электромагнитного нагрева пласта приведена на рис. 1.



Рис. 1. Блок-схема алгоритма расчета электромагнитного нагрева пласта

Рассмотрим пласт газового гидрата радиусом $r = 25$ м (рисунок 2).

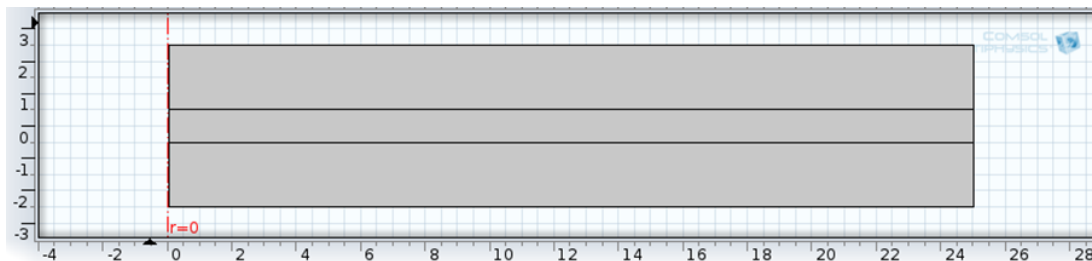


Рис. 2. Пласт газового гидрата

Закон сохранения энергии записывается, как

$$(\rho C)_e \frac{\partial T}{\partial t} - m Q \rho_h \frac{\partial S_h}{\partial t} + \vec{v} \nabla P + \rho_w \vec{v}_w C_w \nabla T - m(1 - s_h - s_w) \frac{\partial P}{\partial t} = \nabla \times (\lambda_e \nabla T) + Q_H$$

где C – теплоемкость;

Q – теплота диссоциации газогидрата;

m – пористость;

s – насыщенность;

ρ – плотность;

v – скорость фильтрации флюида;

λ – коэффициент теплопроводности;

t – время;

индексы h, w, g – гидрат, вода и газ;

индекс e – эффективное значение;

Q_H – плотность объемного тепловыделения, возникающая вследствие поглощения электромагнитного излучения.

$$Q_H = \frac{\alpha W \Psi(z)}{2\pi r} \exp[\alpha(b-r)],$$

где α – показатель поглощения электромагнитного излучения в среде;

W – линейная мощность излучателя;

$\Psi(z)$ – функция, характеризующая распределение мощности электромагнитного излучения по высоте;

b – радиус скважины.

Полный коэффициент поглощения излучения α в многофазной пористой среде рассчитывается:

$$\alpha = (1-m) \times \alpha_s + m \times s_h \times \alpha_s + m \times s_w \times \alpha_w + m \times s_g \times \alpha_g,$$

где индекс s обозначает скелет пористой среды.

Так как $\alpha_w \gg \alpha_s, \alpha_g, \alpha_h$, значение полного коэффициента поглощения определяется величиной коэффициента поглощения воды α_w и водонасыщенностью пласта s_w .

Таким образом, система уравнений, описывающая описанный выше процесс, включает в себя уравнения баланса массы газовой, водной и гидратной фаз, уравнение энергетического баланса, обобщенный закон Дарси для воды и газа, кинетическую модель Кима-Бишна для разложения гидрата. Система закрывается условием равновесия смеси. Система уравнений сводится к четырем дифференциальным уравнениям относительно температуры, давления, объемного гидрата и водонасыщенности с соответствующими граничными и начальными условиями.

Результаты. В этой работе были проведены численные вычисления модели разложения газогидрата в пористой среде пласта под воздействием микроволнового излучения. Расчеты выполнялись для мощности источника излучения 10 кВт.

Численные решения показали гидратонасыщенность в пласте при нагреве. Из результатов видно, что при разложении газогидрата нет резкой фазовой границы между газогидратом, льдом и газом. Диссоциация газового гидрата происходит постепенно по объемной границе. График изменения гидратонасыщенности от радиуса пласта показан на рис. 3.

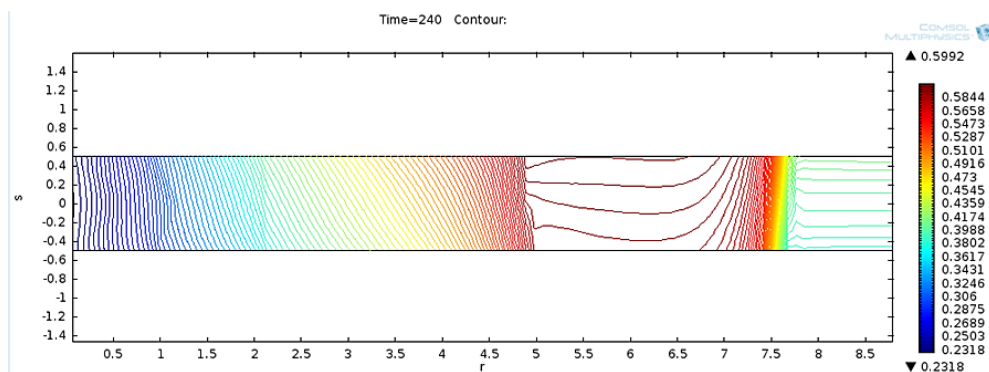


Рис. 3. График распределения гидратонасыщенности от радиуса

Заключение. Из полученных результатов численного моделирования видно, что фазовый переход происходит по объемной границе без резкого перехода от гидрата к газу и воде.

В последующем в работе будут проведены исследования модели разложения газового гидрата для различных значений абсолютной проницаемости пласта, начальной гидратонасыщенности, а также для различных условий воздействия на пласт: мощности и частоты СВЧ-излучения, разности давлений в скважине и пласте. Расчет будет произведен на разрешенном для промышленного использования частот СВЧ-излучения 460 МГц. Данные расчеты будут производиться в ПК Comsol Multiphysics.

Литература

1. Прохоров А. М. Физический энциклопедический словарь. М. : Сов. энциклопедия, 1983. 844 с.
2. Мушегян Л. Е., Юрковский В. Б. Термодинамика и тепломассообмен : учеб. пособие. СПб. : ПИМаш, 2005. 132 с.
3. Рубинштейн Л. И. Проблема Стефана. Рига : Звайгзне, 1967. С. 5–566.
4. Мейрманов А. М. Задача Стефана. Новосибирск : Наука, 1986. 785 с.
5. Данилюк И. И. О задаче Стефана. Новосибирск : Наука, 1985. С. 133–185.
6. Олейник О. А. Лекции об уравнениях с частными производными. 2-е изд., испр и доп. М. : Бинум, 1990. 260 с.
7. Радкевич Е. В. Об асимптотических решениях системы фазового поля. М. : Бинум, 1993. С. 487–500.
8. Ландау Л. Д. К теории фазовых переходов. СПб. : Питер, 1990. С. 19–37.
9. Lamé G., Clapeyron B. P. Mémoire sur la solidification par refroidissement d'un globe solide Ann. de Chem. et de Phys, 1831. P. 250–256.
10. Fridman A. One dimensional Stefan problem with nonmonotone free boundary // Trans. Amer. Math. Soc. 1968. Vol. 133, P. 89–114.
11. Hanzawa E. I. Classical solution of the Stefan problem. N.-Y.: McGraw-Hill Book Co – P. 297–335.
12. Калиев И. А. Математическое моделирование фазовых превращений в упругих средах, 1996. С. 64–72.
13. Гинзбург В. Л. Несколько замечаний о фазовых переходах второго рода и макроскопической теории сегнетоэлектриков // ФТТ. 1960. Т. 2. Вып. 9. С. 2031–2043.
14. Сегерлинд Л. Применение метода конечных элементов. М. : Мир, 1979. 392 с.
15. COMSOL Multiphysics User's Guide.
16. Материалы сайта <http://www.comsol.com>.

ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ: ЭКОЛОГИЯ, БИОЛОГИЯ, ХИМИЯ

УДК 591.5: 597.9

Аслямова А. И.

ЗЕМНОВОДНЫЕ (АМФИБИИ) СРЕДНЕГО ПРИОБЬЯ (ХАНТЫ-МАНСИЙСКИЙ АВТОНОМНЫЙ ОКРУГ – ЮГРА)

Предпринята попытка оценить состояние популяций амфибий Среднего Приобья на примере окрестностей села Тундрино и поселка Высокий мыс Сургутского района ХМАО – Югры. На данной территории выявлено три вида – *Rana arvalis*, *Bufo bufo*, *Salamandrella keyserlingii*, потенциально – *Rana amurensis*. Изучено биотопическое распределение, обилие и половозрастная структура.

Ключевые слова: амфибии, морфология, экология, Среднее Приобье.

Введение. Фауна ХМАО – Югры характеризуется небольшим разнообразием, класс амфибии составляет 0,08 % от мировой батрахофауны.

Специфика биоценотической роли земноводных определяется тем, что они являются связующим звеном трофических цепей суши и пресноводных водоемов [2]. Амфибии представляют собой кормовую базу для многих животных (рептилии, птицы, млекопитающие), являются переносчиками инфекционных заболеваний и гельминтозов.

Цель данной работы – выявление видового состава и некоторых сторон экологии амфибий Среднего Приобья.

Материалы и методы. Учеты проводили в окрестностях с. Тундрино и п. Высокий мыс Сургутского района в 2017 г. в 14 биотопах. Отлов амфибий осуществляли стандартными методами с помощью конусов с направляющими системами [10, 13]. Всего зарегистрировано 4 особи сибирского углозуба, 1049 обыкновенной жабы и 354 остромордой лягушки.

Для снятия морфометрических показателей амфибий использовали штангенциркуль с точностью до 0,1 мм [11]. Видовую принадлежность земноводных устанавливали по определителям [2, 7, 12]. Полиморфизм окраски *R. arvalis* описывали по В. Г. Ищенко [5]. Возраст определяли методом скелетохронологии [15].

Для оценки обилия животных, использовали балльную шкалу А. П. Кузюкина (1962), с добавлением верхних и нижних градаций [14]. Коэффициент упитанности рассчитывали по Фультону [9]. Показатель популяционной изменчивости по полиморфным признакам для *R. arvalis* оценивали по Л. А. Животовскому [3].

Результаты исследования и обсуждение. По литературным данным на территории округа встречаются 6 видов земноводных: сибирский углозуб, *Salamandrella keyserlingii* Dybowski, 1870; обыкновенный тритон, *Lissotriton vulgaris* (Linnaeus, 1758); обыкновенная жаба, *Bufo bufo* (Linnaeus, 1758); сибирская *Rana amurensis* Boulenger, 1886; остромордая *Rana arvalis* Nilsson, 1842 и травяная *Rana temporaria* Linnaeus, 1758 лягушки [16]. Обыкновенный тритон, травяная и сибирская лягушки занесены в Красную книгу ХМАО – Югры [6]. В окрестностях с. Тундрино и п. Высокий мыс нами установлено наличие трех видов – *R. arvalis*, *B. bufo*, *S. keyserlingii*. Потенциально может быть встречена сибирская лягушка [4, 17].

Наибольшее видовое разнообразие характерно для кипрейно-злакового суходольного луга и соснового рьяма, в данных биотопах встречались все три вида (табл. 1). Однако в сосновом рьяме суммарное обилие в 22 раза ниже. На кипрейно-злаковом суходольном лугу сибирский углозуб и остромордая лягушка были обычными видами, обыкновенная жаба весьма многочисленна. Мы это связываем с наличием высокого разнообразия объектов питания.

Косвенно об этом может свидетельствовать упитанность амфибий (табл. 2). В биотопе сосновый рям *S. keyserlingii* является редким видом, *B. bufo* многочисленна, а *R. arvalis* обычна. В целом, по стационару *S. keyserlingii* редкий вид, *B. bufo* и *R. arvalis* многочисленны.

Таблица 1

**Биотопическое распределение и относительное обилие амфибий
(особей на 100 конусо-суток с учетом сеголеток)
окрестностей с. Тундрино и п. Высокий мыс Сургутского района**

Биотопы		<i>S. keyserlingii</i>	<i>B. bufo</i>	<i>R. arvalis</i>	Суммарное обилие
1	Пойменные осоковые ивняки	0,00	68,75	33,96	102,71
2	Пойменные приозерные осоки	0,00	50,83	65,00	115,83
3	Сосново-кедровый бруснично-зеленомошный лес	0,00	60,83	7,08	67,92
4	Осиново-березовый злаковый лес	0,00	60,00	0,00	60,00
5	Суходольный открытый злаковый луг	0,00	11,88	16,88	28,75
6	Садово-дачный участок (с. Тундрино)	0,00	0,00	0,83	0,83
7	Суходольный злаковый залесенный луг	0,00	40,63	20,83	61,46
8	Низинное кочкарниковое болото	0,00	133,13	63,13	196,25
9	Сосновый рям	0,63	20,00	6,88	27,50
10	Осиново-березовый мелкотравный лес	0,00	214,38	3,75	218,13
11	Кипрейно-злаковый суходольный луг	3,13	604,38	6,88	614,38
12	Поля многолетних трав	0,00	23,75	5,00	28,75
13	Елово-березовый разнотравный лес	0,00	3,13	0,00	3,13
14	Ивово-осиновый мелкотравный пойменный притеррасный лес	0,00	0,63	4,38	5,00
Всего		3,75	1292,29	234,58	1530,63
В среднем по стационару		0,27	92,30	16,76	109,33

Одной из важнейших характеристик популяции является половая структура, которая оценивается по соотношению самцов и самок. Малая выборка *S. keyserlingii* не позволяет судить о его половой структуре. У *B. bufo* и *R. arvalis* в соотношении полов отмечено некоторое отклонение в сторону самок (табл. 3), однако статистически значимые различия в половой структуре амфибий выявлены только для 3-летних остромордых лягушек. Данное превышение количества самок над самцами в определенной степени может свидетельствовать о благополучном в репродуктивном отношении положении популяции [8]. Максимальный зарегистрированный нами возраст для обоих видов 6 лет.

Таблица 2

**Упитанность земноводных окрестностей
с. Тундрино и п. Высокий мыс Сургутского района**

Вид	Пол	Биотоп													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
<i>B. bufo</i>	♀	8,38	9,84	9,78	9,74	7,70	0,00	8,73	10,92	7,07	10,67	11,93	8,86	7,94	0,00
	♂	8,38	9,76	9,88	9,69	7,64	0,00	8,52	10,39	7,04	11,08	12,16	8,52	7,42	0,00
<i>R. arvalis</i>	♀	8,64	7,93	6,26	0,00	6,40	0,00	7,33	8,19	7,32	6,43	10,66	6,86	0,00	6,90
	♂	8,49	7,28	6,70	0,00	6,30	0,00	7,41	8,55	7,25	6,31	10,03	6,74	0,00	6,83

Таблица 3

**Половозрастная структура земноводных окрестностей
с. Тундрино и п. Высокий мыс Сургутского района**

Возрастная группа	<i>B. bufo</i> (%)		<i>R. arvalis</i> (%)		♀ : ♂		Критерий $\chi^2(df = 1)$	
	♀	♂	♀	♂	<i>B. bufo</i>	<i>R. arvalis</i>	<i>B. bufo</i>	<i>R. arvalis</i>
2 +	61	39	52	48	1,6 : 1	1,1 : 1	0,44	0,05
3 +	46	54	81	19	1 : 1,2	4,25 : 1	0,04	4,02
4 +	50	50	53	47	1 : 1	1,1 : 1	0,00	0,07
5 +	60	40	52	48	1,5 : 1	1,1 : 1	0,10	0,02
6 +	100	0	60	40	-	1,5 : 1	0,00	0,10

Примечание: статистически значимые различия выделены жирным шрифтом.

Анализ морфологических особенностей *R. arvalis* показал, преобладание полосато-пятнистой (SM), пятнистой (M) и полупятнистой (hm) морф (табл. 4). Особи с морфой *Striata* обладают рядом физиологических особенностей, что позволяет им адаптироваться к трансформации местообитаний [1]. Степень разнообразия обычных и редких фенотипов (табл. 5) показала, что большим разнообразием обычных фенотипов и меньшей долей редких обладают биотопы пойменные осоковые ивняки, пойменные приозерные осоки, суходольный открытый злаковый луг и низинное кочкарниковое болото. Отсюда следует, что данные биотопы наиболее выровнены по частотам фенотипов.

Таблица 4

**Распределение фенотипов в популяции *R. arvalis*
окрестностей с. Тундрино и п. Высокий мыс Сургутского района**

Биотоп	Фенотипы											
	R	MR	M	MP	B	hm	hp	hmS	hmhp	S	SM	SMR
1	2,17	2,17	19,57	2,17	6,52	8,70	8,70	4,35	4,35	2,17	36,96	2,17
2	3,03	4,04	19,19	0,00	2,02	15,15	3,03	0,00	9,09	7,07	33,33	4,04
3	0,00	0,00	66,67	0,00	0,00	33,33	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5	0,00	4,35	21,74	0,00	4,35	13,04	0,00	0,00	0,00	13,04	43,48	0,00
6	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
7	0,00	0,00	20,00	0,00	0,00	0,00	8,00	0,00	0,00	0,00	64,00	8,00
8	1,19	1,19	23,81	0,00	0,00	5,95	0,00	1,19	2,38	7,14	57,14	0,00
9	11,11	0,00	33,33	0,00	11,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	44,44	0,00
10	0,00	0,00	25,00	0,00	0,00	50,00	0,00	0,00	0,00	0,00	25,00	0,00
11	0,00	11,11	11,11	0,00	0,00	44,44	0,00	0,00	0,00	0,00	33,33	0,00
12	0,00	12,50	12,50	0,00	0,00	25,00	0,00	0,00	0,00	0,00	50,00	0,00
13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
14	0,00	33,33	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	33,33	0,00	33,33	0,00

Таблица 5

**Распределение обычных и редких фенотипов *R. arvalis*
окрестностей с. Тундрино и п. Высокий мыс Сургутского района**

Биотоп		$\mu \pm S\mu$	$h \pm Sh$
1	Пойменные осоковые ивняки	9,30 ± 0,28	0,22 ± 0,02
2	Пойменные приозерные осоки	8,20 ± 0,31	0,35 ± 0,03
3	Сосново-кедровый бруснично-зеленомошный лес	1,94 ± 0,25	0,82 ± 0,02
4	Осиново-березовый злаковый лес	0,00	0,00
5	Суходольный открытый злаковый луг	5,13 ± 0,33	0,57 ± 0,03
6	Садово-дачный участок (с. Тундрино)	1,00 ± 0,19	0,92 ± 0,02
7	Суходольный злаковый залесенный луг	3,28 ± 0,30	0,73 ± 0,03
8	Низинное кочкарниковое болото	5,00 ± 0,33	0,58 ± 0,03

Окончание табл. 5

Биотоп		$\mu \pm S\mu$	$h \pm Sh$
9	Сосновый рям	$3,65 \pm 0,31$	$0,70 \pm 0,03$
10	Осиново-березовый мелкотравный лес	$2,91 \pm 0,29$	$0,76 \pm 0,02$
11	Кипрейно-злаковый суходольный луг	$3,65 \pm 0,31$	$0,70 \pm 0,03$
12	Поля многолетних трав	$3,66 \pm 0,31$	$0,70 \pm 0,03$
13	Елово-березовый разнотравный лес	0,00	0,00
14	Ивово-осиновый мелкотравный пойменный притеррасный лес	$3,00 \pm 0,29$	$0,75 \pm 0,02$

Выводы:

1. Видовой состав земноводных исследуемого района представлен тремя видами – остромордая лягушка, обыкновенная жаба и сибирский углозуб. Потенциально может быть встречена и сибирская лягушка, среднеобская популяция которой занесена в Красную книгу округа. Эта лягушка распространена весьма неравномерно, даже в пределах наиболее благоприятных местообитаний.

2. Наибольшее видовое разнообразие амфибий характерно для биотопов с высоким разнообразием беспозвоночных животных и их биомассой.

3. В целом популяции обыкновенной жабы и остромордой лягушки стабильны, на это указывает высокое обилие и преобладание самок в обеих популяциях.

Литература

1. Вершинин В. Л. Видовой состав и биологические особенности амфибий ряда промышленных городов Урала : автореф. дис. ... канд. биол. наук. Свердловск, 1983. 20 с.
2. Вершинин В. Л., Большаков В. Н. Амфибии и рептилии Среднего Урала : справ.-определитель. Екатеринбург : УрО РАН, 2007. 127 с.
3. Животовский Л. А. Показатели популяционной изменчивости по полиморфным признакам // Фенетика популяций. М. : Наука, 1982. С. 38–44.
4. Ибрагимова Д. В., Стариков В. П. Амфибии в экосистемах города Сургута: проблема оптимизации городской среды. Сургут : Библиографика, 2013. 166 с.
5. Ищенко В. Г. Динамический полиморфизм бурых лягушек фауны СССР. М. : Наука, 1978. 148 с.
6. Красная книга Ханты-Мансийского автономного округа – Югры: животные, растения, грибы. 2-е изд-е / отв. ред. А. М. Васин, А. Л. Васина. Екатеринбург : Изд-во Баско, 2013. 460 с.
7. Кузьмин С. Л. Земноводные бывшего СССР. М. : Тв-во научных изданий КМК, 2012. 370 с.
8. Лебединский А. А., Поморина Е. Н. Некоторые особенности популяции травяной лягушки в связи с ее обитанием на урбанизированной территории / Биология. Вестник Нижегородского университета им. Н. И. Лобачевского, 2008. № 2. С. 91–95.
9. Моисеев П. А., Азизова Н. А., Куранова И. И. Ихтиология. М. : Легкая и пищевая промышленность, 1981. 381 с.
10. Наумов Н. П. Изучение подвижности и численности мелких млекопитающих с помощью ловчих канавок // Вопросы краевой, общей и экспериментальной паразитологии и медицинской зоологии. М., 1955. Т. 9. С. 179–202.
11. Ноздрачев А. Д., Поляков Е. Л. Анатомия лягушки: практ. пособие для биол., медиц. и с.-х. спец вузов. М. : Высш. шк., 1994. 320 с.
12. Нумеров А. Д., Климов А. С., Труфанова Е. И. Полевые исследования наземных позвоночных: учеб. пособие. Воронеж : Издат.-полиграфич. центр Воронеж. гос. ун-та, 2010. 301 с.
13. Охотина М. В., Костенко В. А. Полиэтиленовая пленка – перспективный материал для изготовления ловчих заборчиков // Фауна и экология позвоночных животных юга Дальнего Востока СССР. Владивосток, 1974. С. 193–196. Т. 17 (120).

14. Равкин Ю. С., Ливанов С. Г. Факторная зоогеография: принципы, методы и теоретические представления. Новосибирск : Наука, 2008. 205 с.
15. Смирин Э. М. Методика определения возраста амфибий и рептилий по слоям кости // Руководство по изучению земноводных и пресмыкающихся. Киев, 1989. С. 144–154.
16. Стариков В. П. Экология животных Ханты-Мансийского автономного округа : учеб. пособие. Томск, 2002. 115 с.
17. Стариков В. П. География и некоторые стороны экологии сибирской лягушки (*Rana amurensis Boulenger*, L., 1886) в Ханты-Мансийском автономном округе // Естественные науки. Сургут : Изд-во СурГУ, 2007. Вып. 27 С. 38–44.

УДК 612.76

Гавриленко Т. В., Горбунов Д. В., Белощенко Д. В., Горбунова М. Н.

ГЛОБАЛЬНАЯ ПРОБЛЕМА ФОРМИРОВАНИЯ ОДНОРОДНЫХ ВЫБОРОК НА ПРИМЕРЕ ИЗ БИОМЕХАНИКИ

На протяжении многих лет ведутся исследования в области естествознания. При этом регистрируемые параметры от сложных (живых) систем необходимо каким-то образом структурировать, объединять в группы и т. д. В этом случае возникает глобальная проблема однородности выборок. На примере из биомеханики (регистрация треморограмм) демонстрируется реальное существование описанной проблемы. Причем, проблема однородности возникает уже на уровне регистрации параметров одного человека в режиме многократных повторов регистрации. В этой связи предлагается механизм проверки выборок на однородность.

Ключевые слова: однородность, теория хаоса-самоорганизации, квазиаттрактор.

Введение. В различных источниках однородность употребляется косвенно и неоднозначно. На самом же деле определение «однородность» до сих пор не формализовано и нет строгого определения для этого термина. Более того, в некоторых методиках по проведению исследований этот термин встречается неоднократно, но, как уже говорилось ранее, четкое определение не представляется. Также нет никаких математических критериев для установления однородности выборок (полученных как от одного испытуемого, так и от группы).

1. Результат обработки данных без проверки на однородность. Для проведения исследования были получены выборки от группы испытуемых. Регистрация параметров производилась в режиме многократных повторов [1, 2]. Сам же такой эксперимент повторялся 15 раз по 30 выборок в каждом. В самом начале исследования в каждом эксперименте отбирались 15 выборок и для них строились матрицы парных сравнений. Пример такой матрицы представлен в табл. 1.

Таблица 1

Матрица парных сравнений выборок треморограмм (не проходящих проверку на однородность) испытуемого ГДВ, находящегося в спокойном состоянии (число совпадений $k = 5$)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1		,00	,00	,89	,75	,00	,00	,14	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00
2	,00		,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00
3	,00	,00		,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00
4	,89	,00	,00		,92	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00
5	,75	,00	,00	,92		,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00

Окончание табл. 1

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
6	,00	,00	,00	,00	,00		,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00
7	,00	,00	,00	,00	,00	,00		,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00
8	,14	,00	,00	,00	,00	,00	,00		,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00
9	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00		,00	,00	,00	,00	,00	,00
10	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00		,00	,27	,00	,00	,00
11	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00		,00	,00	,00	,00
12	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,27	,00		,00	,00	,00
13	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00		,00	,00
14	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00		,00
15	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	

Таким образом, установлена некоторая закономерность в виде устойчивости числа k пар «совпадений». Для треморограмм среднее число $\langle k \rangle = 5,3$ (в процентном эквиваленте 3–7 %) [3–8]. Так же следует отметить, что такое малое число k демонстрирует статистическую неустойчивость функций распределения $f(x)$ [15]. Тем самым можно сказать, что все получаемые выборки от одного испытуемого разные, т. е. они непрерывно и хаотически меняются [9–14].

2. Проверка выборок на однородность. Далее выборки подвергались проверке на однородность с помощью расчетов параметров квазиаттракторов (далее – КА) в рамках теории хаоса-самоорганизации (далее – ТХС). Для этого необходимо рассчитать параметры КА, а именно найти ограниченную область на фазовой плоскости для каждой выборки и координаты их центров на ней. Сам же критерий проверки на однородность сформулирован следующим образом: центр любого квазиаттрактора x_i^c не должен покидать ограниченную область любого другого КА. Для наглядности этого критерия представляется рис. 1, на котором изображены только 6 квазиаттракторов из 15 (такой ограничение 6-ю квазиаттракторами применен j для разгрузки восприятия изображения). Из этого рисунка видно, что 4 квазиаттрактора являются однородными, а два других не однородны, так как их центры x_5^c и x_6^c покинули область любого другого КА.

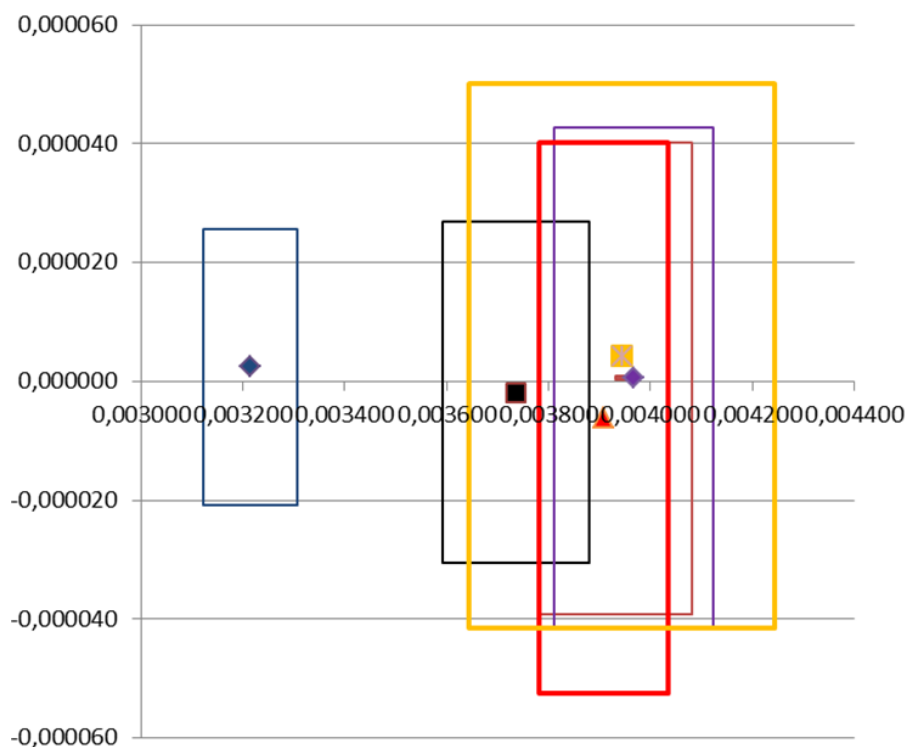


Рис. 1. Результат проверки выборок на однородность с помощью расчета параметров квазиаттракторов

3. Статистический анализ однородных выборок. После проверки на однородность все выборки подвергались повторной статистической обработке. При построении новых матриц парных сравнений была установлена несколько иная закономерность в числе k пар «совпадений». Однородные выборки демонстрируют двукратное увеличение числа k по сравнению с результатами, полученными для выборок, не проходящих проверку на однородность. Таким образом, в табл. 2 представлен характерный пример матрицы парных сравнений для уже однородных выборок, здесь число $k = 10$, а среднее значение для всех матриц $\langle k \rangle = 10,8$.

Таблица 2

Матрица парных сравнений однородных выборок треморограмм испытуемого ГДВ, находящегося в спокойном состоянии (число совпадений $k = 9$)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1		,01	,00	,00	,00	,06	,00	,00	,00	,17	,01	,00	,00	,00	,00
2	,01		,00	,00	,00	,01	,00	,00	,00	,25	,01	,00	,00	,00	,00
3	,00	,00		,00	,59	,00	,00	,00	,00	,00	,43	,26	,00	,00	,00
4	,00	,00	,00		,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00
5	,00	,00	,59	,00		,00	,00	,00	,00	,00	,00	,64	,00	,00	,00
6	,06	,01	,00	,00	,00		,00	,00	,00	,01	,13	,00	,00	,00	,00
7	,00	,00	,00	,00	,00	,00		,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,04
8	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00		,00	,00	,00	,00	,00	,03	,00
9	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00		,07	,00	,00	,03	,00	,00
10	,17	,25	,00	,00	,00	,01	,00	,00	,07		,00	,00	,00	,00	,00
11	,01	,01	,43	,00	,00	,13	,00	,00	,00	,00		,00	,00	,00	,00
12	,00	,00	,26	,00	,64	,00	,00	,00	,00	,00	,00		,00	,00	,00
13	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,03	,00	,00	,00		,00	,00
14	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,03	,00	,00	,00	,00	,00		,00
15	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,04	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	

Заключение. В ходе проведения исследования была доказана реальная проблема по формированию однородных выборок, полученных даже от одного испытуемого в режиме многократных повторов регистрации параметров на примере из биомеханики. Таким образом, представлен объективный механизм проверки выборок на однородность в рамках теории хаоса-самоорганизации. Процедуре проверки на однородность должны подвергаться все выборки, полученные от сложных (живых) систем. Именно с помощью расчета параметров квазиаттракторов можно объективно проверить выборки на однородность вследствие того, что в теории хаоса-самоорганизации имеется уникальный математический аппарат.

Работа выполнена при поддержке грантов РФФИ р_а 18-47-860005, мол_а 18-37-00113.

Литература

1. Eskov V. M., Filatova O. E. Compartmental approach to the modeling of neuron networks. The role of excitatory and inhibitory processes // *Biofizika*. 1999. Vol. 44, № 3. P. 524–525.
2. Eskov V. M., Filatova O. E. Problem of identity of functional states in neuronal networks systems // *Biophysics*. 2003. Vol. 48, № 3. P. 497–505.
3. Eskov V. M., Eskov V. V., Gavrilenko T. V., Zimin M. I. Uncertainty in the quantum mechanics and biophysics of complex systems // *Moscow University Physics Bulletin*. 2014. Vol. 69, № 5. P. 406–411.
4. Eskov V. M., Eskov V. V., Gavrilenko T. V., Vochmina J. V. Biosystem kinematics as evolution: Stationary modes and movement speed of complex systems: *Complexity* // *Moscow University Physics Bulletin*. 2015. Vol. 70, № 2. P. 140–152.
5. Eskov V. M., Filatova O. E., Provorova O. V., Khimikova O. I. Neural emulators in identification of order parameters in human ecology // *Human Ecology*. 2015. № 5. P. 57–64.

6. Eskov V. M., Eskov V. V., Filatova O. E., Khadartsev A. A., Sinenko D. V. Neurocomputational identification of order parameters in gerontology // *Advances in Gerontology*. 2016. Vol. 6, № 1. P. 24–28.
7. Eskov V. M., Eskov V. V., Vochmina J. V., Gavrilenko T. V. The evolution of the chaotic dynamics of collective modes as a method for the behavioral description of living systems // *Moscow University Physics Bulletin*. 2016. Vol. 71, № 2. P. 143–154.
8. Eskov V. M., Bazhenova A. E., Vochmina U. V., Filatov M. A., Pyashenko L. K. N. A. Bernstein hypothesis in the Description of chaotic dynamics of involuntary movements of person // *Russian Journal of Biomechanics*. 2017. Vol. 21, № 1. P. 14–23.
9. Eskov V. M., Filatova O. E., Eskov V. V. and Gavrilenko T. V. The Evolution of the Idea of Homeostasis: Determinism, Stochastics and Chaos–Self-Organization // *Biophysics*. 2017. Vol. 62, № 5. P. 809–820
10. Eskov V. M., Gudkov A. B., Bazhenova A. E., Kozupitsa G. S. The tremor parameters of female with different physical training in the Russian North // *Human Ecology*. 2017. № 3. P. 38–42.
11. Eskov V. V., Gavrilenko T. V., Eskov V. M., Vochmina Yu. V. Phenomenon of statistical instability of the third type systems – complexity // *Technical Physics*. 2017. Vol. 62, No. 11. P. 1611–1616.
12. Eskov V. M., Eskov V. V., Gavrilenko T. V., Vochmina Y. V. Formalization of the effect of “repetition without repetition” discovered by N.A. Bernshtein // *Biophysics*. 2017. Vol. 62, № 1. P. 143–150.
13. Eskov V. M., Eskov V. V., Vochmina Y. V., Gorbunov D. V., Pyashenko L. K. Shannon entropy in the research on stationary regimes and the evolution of complexity // *Moscow University Physics Bulletin*. 2017. Vol. 72, № 3. P. 309–317.
14. Filatova D. U., Veraksa A. N., Berestin D. K., Streltsova T. V. Stochastic and chaotic assessment of human's neuromuscular system in conditions of cold exposure // *Human Ecology*. 2017. № 8. P. 15–20.

УДК 612.01

Горбунов Д. В., Башкатова Ю. В., Горбунов С. В., Горбунова Д. С.

ТЕРМОДИНАМИКА НЕРАВНОВЕСНЫХ СИСТЕМ И. Р. ПРИГОЖИН В ОЦЕНКЕ ПАРАМЕТРОВ ДВИЖЕНИЙ ЧЕЛОВЕКА ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ВНЕШНИХ ВОЗДЕЙСТВИЯХ

Основоположник термодинамики неравновесных систем И. Р. Пригожин активно пытался описывать сложные биологические системы в рамках детерминистско-стохастической науки. Как оказалось, сложные биосистемы, которые сейчас обозначены как системы третьего типа (*complexity*), не могут являться объектами современной детерминистской или стохастической науки. Таким образом, в настоящей статье представлен расчет значений энтропии Шеннона в рамках термодинамики неравновесных систем и расчет параметров квазиаттракторов в рамках теории хаоса-самоорганизации. Доказывается низкая эффективность использования расчета энтропии при изменении гомеостаза испытуемого.

Ключевые слова: теория хаоса-самоорганизации, термодинамика неравновесных систем, энтропия, квазиаттрактор.

Введение. Создатель термодинамики неравновесных систем (далее – ТНС) И. Р. Пригожин и его последователи активно пытались описывать сложные (живые) системы

в рамках детерминистско-стохастической науки [12; 13]. Сам же И. Р. Пригожин понимал, что необходима разработка дополнительных методов и подходов для описания сложных биосистем – *complexity* [1–6].

В рамках ТНС была сформулирована и доказана теорема (принцип) производства энтропии. Таким образом в открытой системе и с не зависящими от времени краевыми условиями (согласно теореме Пригожина – Гленсдорфа [13]) для бесконечно малых вариаций производство (P) энтропии E должно удовлетворять условиям минимума ее скорости изменения при приближении состояния системы к равновесному:

$$P = dEi/dt = \min. \quad (1)$$

Очевидно, что в этой динамике P ведет себя аналогично информации ($J = \min$ при $E = \max$). Более того, при равновесии системы, когда энтропия E достигает максимума ($E \rightarrow \max$), должно выполняться условие изменения скорости производства энтропии и вариаций P в виде второго условия по приросту P :

$$dP = 0. \quad (2)$$

Такие эффекты укладываются в понятие перехода любых функциональных систем организма (далее – ФСО) от патогенеза к нормогенезу или при экологической адаптации, когда после длительного экологического (или физического) воздействия мы наблюдаем снижение E . Так должно бы было происходить, если бы СТТ могли описываться в рамках общей термодинамики и ТНС И. Р. Пригожина, но в природе для живых гомеостатических (сложных) систем этого нет [5–9].

Однако, прежде чем перейти к экспериментам и расчетам, стоит напомнить, что для нелинейных систем (согласно термодинамике неравновесных систем И. Р. Пригожина) в стационарном состоянии производство E не обязательно должно быть минимальным. Более того, в теории И. Р. Пригожина (ТНС) устойчивые стационарные состояния определяются как «текущее равновесие» и приводится характерный график для его описания (рис. 1).

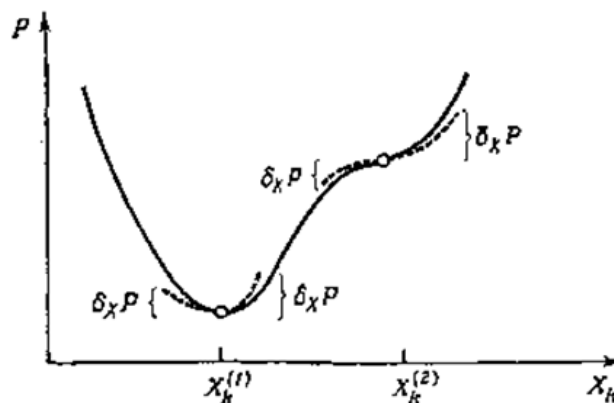


Рис. 1. Стационарные состояния нелинейной системы: $x_k(1)$ – текущее равновесие; $x_k(2)$ – неустойчивое стационарное состояние (в представлениях И.Р. Пригожина)

1. Расчет параметров энтропии для параметров тремора. В рамках представленного исследования была рассчитана энтропия Шеннона для параметров движений в различных состояниях. Выборки были получены от одного испытуемого в режиме многократных повторов регистрации параметров движений в одном состоянии (спокойном) и по аналогии в другом (удержание груза). Установлено, что значения энтропии несущественно менялись (в десятых, чаще в сотых долях). Причем, такие же результаты были получены в различных состояниях (в спокойном состоянии, при удержании груза или под воздействием холода и др.). Стоит отметить, что при удержании груза психофизиологический статус испытуемого

изменяется (появляется ощущение нагрузки), но энтропия Шеннона не способна установить какую-либо разницу. Таким образом, можно сделать вывод, что все выборки, полученные в спокойном состоянии и при удержании груза ничем, не отличаются и испытуемый находится в одном стационарном режиме (на самом же деле это не так) [10, 11].

В табл. 1 представлены результаты расчета энтропии Шеннона. Как видно из этой табл. 1 значения энтропии действительно очень близки и их средние значения практически равны ($\langle E_1 \rangle = 3,1619$ в спокойном состоянии и $\langle E_2 \rangle = 3,1486$ при удержании груза). Согласно полученным результатам все выборки являются однородными, и гомеостаз человека находится в одном неизменном стационарном режиме.

Таблица 1

Значения энтропии Шеннона для выборок треморограмм испытуемого ГДВ в спокойном состоянии (E_1) и при удержании груза $m = 3N$ (E_2)

	E_1	E_2
1	3,3219	3,1219
2	2,9219	3,1219
3	3,1219	3,3219
4	3,1219	3,1219
5	3,1219	3,1219
6	3,1219	3,1219
7	3,1219	3,3219
8	2,9219	3,1219
9	3,3219	3,1219
10	3,3219	3,3219
11	3,3219	2,9219
12	3,1219	3,3219
13	3,1219	3,1219
14	3,1219	3,3219
15	3,3219	2,7219
$\langle E \rangle$	3,1619	3,1486
	Уровень значимости критерия Вилкоксона $p = 0,87$	

2. Расчет параметров квазиаттракторов. В связи с неоднозначностью полученных результатов на основе ТНС, а именно расчета значений энтропии Шеннона, предлагается использовать метод расчета параметров квазиаттракторов в рамках теории хаоса-самоорганизации [14, 15]. Результаты такого расчета параметров КА представлены в табл. 2. Согласно этим результатам можно установить существенные различия параметров движений в двух различных состояниях (когда $G_1 \neq G_2$). Такая закономерность увеличения значений площадей КА установлена на группе испытуемых, которые также производили регистрации параметров движений в режиме многократных повторов.

Таблица 2

Значения площадей квазиаттракторов для выборок треморограмм испытуемого ГДВ в спокойном состоянии (S_1) и при удержании груза $m=3N$ (S_2)

	$S_1 \times 10^{-8}$	$S_2 \times 10^{-8}$
1	2,78	9,47
2	3,84	4,82
3	1,03	8,24
4	0,58	6,79
5	1,12	5,17
6	2,22	6,59
7	0,93	2,15
8	2,34	8,54

Окончание табл. 2

	$S_1 \times 10^{-8}$	$S_2 \times 10^{-8}$
9	1,88	5,34
10	2,25	6,70
11	2,36	7,74
12	1,93	5,50
13	2,60	3,68
14	5,12	4,36
15	2,80	2,89
<S>	2,25	5,86
Уровень значимости критерия Вилкокона $p = 0,00$		

Также необходимо отметить, что изменение состояния гомеостаза человека можно установить с помощью матриц парных сравнений. Таким образом, установлена статистическая неустойчивость функций распределения $f(x)$ и в то же время, наоборот, устойчивость в виде некоторого числа k пар «совпадений» выборок (пример такой матрицы представлен в табл. 3). Построив по 15 таким матриц парных сравнений для двух разных состояний, установлено, что среднее число $\langle k \rangle = 4$ для одного испытуемого, находящегося в спокойном состоянии и $\langle k \rangle = 9,8$ при изменении гомеостаза (именно при удержании груза $m = 3N$).

Таблица 3

Матрица парных сравнений выборок треморограмм испытуемого ГДВ, находящегося в спокойном состоянии (число совпадений $k = 5$)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
1		,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,88
2	,00		,00	,35	,00	,00	,01	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00
3	,00	,00		,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00
4	,00	,35	,00		,00	,00	,02	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00
5	,00	,00	,00	,00		,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00
6	,00	,00	,00	,00	,00		,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00
7	,00	,01	,00	,02	,00	,00		,12	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00
8	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,12		,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00
9	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00		,00	,00	,60	,00	,00	,00	,00
10	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00		,00	,00	,00	,00	,00	,00
11	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00		,00	,00	,00	,00	,00
12	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,60	,00		,00	,00	,00	,00
13	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00		,00	,00	,00
14	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00		,00	,10
15	,88	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,10	

Заключение. Расчет параметром энтропии обладает низкой диагностической ценностью, так как не может установить разницу между двумя различными состояниями гомеостаза человека. Также представлен метод расчета параметров квазиаттракторов в рамках теории хаоса-самоорганизации, который позволяет оценивать состояния испытуемых. Таким образом, площадь КА является эффективной мерой оценки психофизиологического статуса человека. Продемонстрирована статистическая неустойчивость функций распределения, и, в то же время, статистическая устойчивость в виде числа k пар «совпадений» при построении матриц парных сравнений выборок.

Работа выполнена при поддержке грантов РФФИ мол_а 18-37-00113, А 18-07-00162.

Литература

1. Еськов В. М., Филатова О. Е., Хадарцева К. А., Еськов В. В. Универсальность понятия «гомеостаз» // Клиническая медицина и фармакология. 2015. Т. 4. № 4. С. 29–33.

2. Еськов В. М., Зинченко Ю. П., Филатова О. Е., Веракса А. Н. Биофизические проблемы в организации движений с позиций теории хаоса-самоорганизации // Вестник новых медицинских технологий. 2016. Т. 23. № 2. С. 182–188.
3. Зилов В. Г., Хадарцев А. А., Иляшенко Л. К., Еськов В. В., Миненко И. А. Экспериментальные исследования хаотической динамики биопотенциалов мышц при различных статических нагрузках // Бюллетень экспериментальной биологии и медицины. 2018. Т. 165. № 4. С. 400–403.
4. Зинченко Ю. П., Филатов М. А., Колосова А. И., Макеева С. В. Сравнительный стохастический и хаотический анализ параметров внимания учащихся в аспекте их работоспособности // Вестник Московского университета. Сер. 14. Психология. 2017. № 4. С. 21–33.
5. Русак С. Н., Козупица Г. С., Филатова О. Е., Еськов В. В., Шевченко Н. Г. Динамика статуса вегетативной нервной системы у учащихся младших классов в погодных условиях г. Сургута // Вестник новых медицинских технологий. 2013. Т. 20. № 4. С. 92–95.
6. Филатова О. Е., Мирошниченко И. В., Попов Ю. М., Глазова О. А. Хаотическая динамика кардиоинтервалов трёх возрастных групп пришлого и коренного населения Югры // Вестник новых медицинских технологий. 2016. Т. 23. № 4. С. 10–17.
7. Филатова О. Е., Прохоров С. А., Иляшенко Л. К. Хаос метеопараметров как признак гомеостатичности // Вестник новых медицинских технологий. 2017. Т. 24. № 4. С. 33–38.
8. Филатова О. Е., Баженова А. Е., Иляшенко Л. К., Григорьева С. В. Оценка параметров треморограмм с позиции эффекта Еськова – Зинченко // Биофизика. 2018. Т. 63. № 2. С. 358–364.
9. Betelin, V. B., Eskov, V. M., Galkin, V. A., Gavrilenko, T. V. Stochastic volatility in the dynamics of complex homeostatic systems // Doklady Mathematics. 2017. Vol. 95. № 1. P. 92–94.
10. Filatova O. E., Eskov V. V., Filatov M. A., Ilyashenko L. K. Statistical instability phenomenon and evaluation of voluntary and involuntary movements // Russian Journal of Biomechanics. 2017. Vol. 21, № 3. P. 224–232.
11. Gavrilenko T.V., Es'kov V.M., Khadartsev A.A., Khimikova O.I., Sokolova A.A. The new methods in gerontology for life expectancy prediction of the indigenous population of Yugra // Advances in gerontology. 2014. Vol. 27, № 1. P. 30–36.
12. Glansdorf P., Prigogine I. Thermodynamic Theory of Structure, Stability and Fluctuations. M. : Mir, 1973. 280 p.
13. Prigogine I.R. The. End of Certainty: Time, Chaos, and the New Laws of Nature – Free Press, 1997. 228 p.
14. Vokhmina Y. V., Eskov V. M., Gavrilenko, T. V., Filatova O. E. Measuring Order Parameters Based on Neural Network Technologies // Measurement Techniques. 2015. Vol. 58, № 4. P. 462–466.
15. Zilov V. G., Eskov V. M., Khadartsev A. A., Eskov V. V. Experimental confirmation of the effect of "Repetition without repetition" N.A. Bernstein // Bulletin of experimental biology and medicine. 2017. Vol. 1, P. 4–8.

УДК 159.91

Григорьева С. В.

СТАТИСТИЧЕСКАЯ НЕУСТОЙЧИВОСТЬ В ЭЛЕКТРОМИОГРАФИИ

В статье рассматривается статистическая неустойчивость в электромиографии, обусловленная хаотической динамикой биопотенциалов мышц человека (электромиограмм – ЭМГ) в одном (неизменном) состоянии гомеостаза H_1 и при переходе в другой гомеостаз H_2 , при этом $H_2 \neq H_1$. Следовательно, высказывается предположение, что хаос движений (ТМГ и ТПГ) в эффекте Еськова – Зинченко начинается с хаоса биопотенциалов мышц – ЭМГ.

Ключевые слова: статистическая неустойчивость, электромиограмма, матрица парных сравнений, хаос, эффект Еськова – Зинченко.

Введение. В биомеханике и психофизиологии гипотеза Н. А. Бернштейна о «повторении без повторений» объясняется посредством участия пяти иерархических регуляторных систем в процессе построения движений. Данная гипотеза получила свое количественное подтверждение в результате многолетних и детальных исследований произвольных (теппинг) и непроизвольных (тремор) движений человека в неизменном гомеостазе в эффекте Еськова – Зинченко [4, 11, 14]. В сериях многочисленных экспериментов с одним испытуемым в неизменном гомеостазе по изучению тремора и теппинга по $N = 15$ выборок треморограмм (далее – ТМГ) или теппинграмм (далее – ТПГ) в каждой серии (всего $n = 15$ серий; следовательно, 225 выборок ТМГ и ТПГ для испытуемого в неизменном гомеостазе) обнаружена крайне низкая статистическая устойчивость выборок x_1 : небольшое число k пар выборок ТМГ и ТПГ, которые можно отнести к одной генеральной совокупности. В этом случае $f_j(x_i) \neq f_k(x_i)$, где $j \neq k$ – номера выборок с вероятностью $p \geq 0,95$. Вероятность статистического равенства j -й k -й выборке x_i для ТМГ имеет значение $p_1 \leq 0,04$, а для ТПГ $p_2 \leq 0,17$. Однако при этом получить подряд две одинаковые выборки x_i , т. е. $f_j(x_i) = f_j + 1(x_i)$, имеет уже вероятность $p_3 \leq 0,01$ для ТМГ и $p_4 \leq 0,03$ для ТПГ [2, 3, 5, 7]. Следовательно, на основании полученных экспериментальных данных доказывается статистическая неустойчивость для подряд получаемых выборок x_i в организации произвольных и непроизвольных движений человека.

Таким образом, можно заключить, что стохастика в области физиологии движений работает с уникальными выборками, которые экспериментально повторить невозможно. Как следствие, цель исследования – подтверждения таких эффектов в динамике биоэлектрических потенциалов мышц (электромиограмм – ЭМГ).

Объект и методы исследований. Исследование выполнено на одном испытуемом (женщина, 26 лет) в спокойном состоянии, сидя за столом. К отводящей мышце мизинца (*musculus adductor digiti nova* – MADN) правой руки крепились биполярные, хлорсеребряные электроды. Далее, электромиограф «Нейро-ЭМГ-Микро» регистрировал ЭМГ при развитии усилия в MADN (давление мизинца на пружину и динамометр) в двух различных статических состояниях. Испытуемая задавала первоначальное усилие $F_1 = 50H$ (удержание не менее $t = 3$ сек.), а затем $F_2 = 70H$ (с тем же временем $t = 3$ сек.). ЭМГ квантовалась аналого-цифровым преобразователем (период квантования $\tau = 0,25$ мсек.) и в виде файлов записывалась в ЭВМ. Длительность записи каждого файла 1 сек., т. е. в каждом файле имелось не меньше 4 000 точек (параметров ЭМГ) [6, 7]. Опыт повторялся $N = 15$ раз подряд (перерыв на отдых 5 мин). Полученные выборки ЭМГ попарно статистически сравнивались по критерию Вилкоксона.

В результате компьютерной обработки полученных данных для испытуемой рассчитывались, а затем конструировались матрицы парного сравнения выборок ЭМГ: 15 матриц для $F_1 = 50H$, и 15 матриц для $F_2 = 70H$. Подобным образом исследовались два гомеостатических состояния нервно-мышечной системы (далее – НМС) испытуемой, а именно: H_1 при $F_1 = 50H$ и H_2 при $F_2 = 70H$. Необходимо было установить различия между этими двумя состояниями НМС, как с точки зрения стохастики, так и путем построения квазииттракторов (далее – КА) в двумерном фазовом пространстве состояния вектора $x(t) = (x_1, x_2)T$, где $x_1(t)$ – величина биоэлектрических потенциалов мышц (ЭМГ), а $x_2 = dx_1/dt$ – скорость изменения $x_1(t)$. В свою очередь, КА – это модель ЭМГ для отводящей мышцы мизинца в двумерном фазовом пространстве состояний (ФПС).

Результаты исследований и обсуждение. В результате построения матриц парного сравнения выборок ЭМГ при слабом усилии в $F_1 = 50H$, что число k_3 пар сравнения выборок ЭМГ (статистически одинаковых) равно 7: $k_3 = 7$ (табл. 1). С одной стороны, полученный результат свидетельствует о наличии статистической неустойчивости выборок для ЭМГ. С другой стороны, доказывается хаотическая нестабильность в генерации ЭМГ, что обуслав-

ливают хаотическую природу в организации самих движений. Поэтому невозможно не признать тот факт, что мышцы не являются гарантом статистически устойчивого удержания позы человека. Усилия мышцы постоянно и хаотически изменяются, как и выборки ЭМГ.

Таблица 1

Матрица парного сравнения выборок ЭМГ одной испытуемой СВГ (число повторов $N = 15$) при слабой статической нагрузке отводящей мышцы мизинца правой руки ($F_1 = 50H$), использовался критерий Вилкоксона (уровень значимости $p < 0,05$, число «совпадений» $k_3 = 7$)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1		0,24	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0,24		0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,64	0,00	0,00	0,00	0,00
3	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,70	0,00	0,00
4	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,55	0,00	0,00
6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
7	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00
8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,07	0,00	0,00	0,00
9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,68
10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
11	0,02	0,64	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00
12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,07	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00
13	0,00	0,00	0,70	0,00	0,55	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00
14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00		0,34
15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,68	0,00	0,00	0,00	0,00	0,34	

Следовательно, можно задаться вопросом о том, как исследовать биопотенциалы мышц, если выборки ЭМГ хаотически изменяются (в свою очередь, НМС находится в неизменном состоянии, динамометр, условно, удерживается в одном положении – $F_1=50H$; аналогично и для F_2)? Такие же факты относительно статистического хаоса справедливы и для спектральных плотностей сигнала (далее – СПС) выборок ЭМГ, автокорреляций $A(t)$ (при анализе СПС и $A(t)$, что представляет базу современного анализа различных биопотенциалов в электромиографии в общем) [1, 3, 12].

Одновременно возникает проблема регистрации различий в гомеостазе нервно-мышечной системы в тех условиях, когда неизменный гомеостаз H_1 имеет хаотически изменяющуюся картину выборок электромиограмм (их статистических функций распределения $f(x)$). В этих условиях невозможно получить подряд произвольно совпадение двух выборок ($f_j(x_i) \neq f_{j+1}(x_i)$, вероятность $p > 0,97$ для ЭМГ в многочисленных расчетах). Поэтому предлагаем сравнивать матрицы (как для табл. 1 и 2), для H_1 и для H_2 . Табл. 2 иллюстрирует пример такой матрицы (данные испытуемой СВГ), но при F_2 (гомеостаз H_2).

Таблица 2

Матрица парного сравнения выборок ЭМГ одной испытуемого СВГ (число повторов $N = 15$) при статической нагрузке отводящей мышцы мизинца правой руки ($F_2 = 70H$), использовался критерий Вилкоксона (уровень значимости $p < 0,05$, число «совпадений» $k_4 = 21$)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,66	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
2	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
4	0,00	0,00	0,00		0,77	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5	0,00	0,00	0,00	0,77		0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
6	0,00	0,00	0,00	0,04	0,03		0,01	0,00	0,24	0,14	0,34	0,20	0,00	0,02	0,00

Окончание табл. 2

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01		0,00	0,40	0,01	0,02	0,40	0,21	0,09	0,00
8	0,66	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
9	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,24	0,40	0,00		0,69	0,98	0,91	0,01	0,44	0,00
10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,14	0,01	0,00	0,69		0,86	0,51	0,00	0,25	0,00
11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,34	0,02	0,00	0,98	0,86		0,58	0,00	0,15	0,00
12	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,20	0,40	0,00	0,91	0,51	0,58		0,23	0,94	0,00
13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,21	0,00	0,01	0,00	0,00	0,23		0,00	0,00
14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,09	0,00	0,44	0,25	0,15	0,94	0,00		0,00
15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	

Заключение. Полученные результаты в исследовании электромиографии у одного испытуемого, находящегося в одном и том же состоянии гомеостаза, свидетельствуют о том, что для ЭМГ характерна такая же статистическая неустойчивость выборок параметров x_i , как и в биомеханике для тремора и теппинга [8–10; 13]. Полученные факты демонстрируют ограниченность в прикладном значении стохастики в области изучения биопотенциалов мышц, так как любая зарегистрированная выборка имеет уникальный и произвольно неповторимый характер (а также ее СПС, $A(t)$ и т. д.). Таким образом, необходимо пересмотреть использование традиционных стохастических методов в изучении электромиограмм человека.

Литература

1. Гавриленко Т. В., Майстренко Е. В., Горбунов Д. В., Черников Н. А., Берестин Д. К. Влияние статической нагрузки мышц на параметры энтропии электромиограмм // Вестник новых медицинских технологий. 2015. Т. 22, № 4. С. 7–12.
2. Галкин В. А., Попов Ю. М., Берестин Д. К., Монастырецкая О. А. Статика и кинематика гомеостатических систем – complexity // Сложность. Разум. Постнеклассика. 2017. № 2. С. 63–69.
3. Еськов В. В. Эволюция систем третьего типа в фазовом пространстве состояний // Вестник кибернетики. 2017. № 3. С. 53–58.
4. Еськов В. М., Зинченко Ю. П., Веракса А. Н., Филатова Д. Ю. Сложные системы в психофизиологии представляют эффект «повторение без повторений» Н. А. Бернштейна // Рос. психологич. журнал. 2016. Т. 13, № 2. С. 205–224.
5. Еськов В. М., Филатова О. Е., Еськов В. В., Гавриленко Т. В. Эволюция понятия гомеостаза: детерминизм, стохастика, хаос-самоорганизация // Биофизика. 2017. Т. 62, № 5. С. 984–997.
6. Еськов В. М., Галкин В. А., Филатова О. Е. Complexity: хаос гомеостатических систем: монография / под ред. Г.С. Розенберга. Самара : Потро-принт, 2017. 388 с.
7. Еськов В. М., Галкин В. А., Филатова О. Е. Конец определенности: хаос гомеостатических систем : моногр. / под ред. А. А. Хадарцева, Г. С. Розенберга. Тула : ТППО, 2017. 596 с.
8. Филатова О. Е., Баженова А. Е., Иляшенко Л. К., Григорьева С. В. Оценка параметров треморограмм с позиции эффекта Еськова – Зинченко // Биофизика. 2018. Т. 63, № 2. С. 358–364.
9. Filatova O. E., Eskov V. V., Filatov M. A., Pyashenko L. K. Statistical instability phenomenon and evaluation of voluntary and involuntary movements // Russian Journal of Biomechanics. 2017. Vol. 21, № 3. P. 224–232.
10. Eskov V. M., Filatova O. E., Provorova O. V., Khimikova O. I. Neural emulators in identification of order parameters in human ecology // Human Ecology. Т. 2015. № 5. P. 57–64.
11. Eskov V. M., Bazhenova A. E., Vochmina U. V., Filatov M. A., Pyashenko L. K. N. A. Bernstein hypothesis in the Description of chaotic dynamics of involuntary movements of person // Russian Journal of Biomechanics. 2017. Vol. 21, № 1. P. 14–23.

12. Filatova D. U., Veraksa A. N., Berestin D. K., Streltsova T. V. Stochastic and chaotic assessment of human's neuromuscular system in conditions of cold exposure // Human Ecology. 2017. № 8. P. 15–20.

13. Filatova O. E., Eskov V. V., Filatov M. A., Pyashenko L. K. Statistical instability phenomenon and evaluation of voluntary and involuntary movements // Russian Journal of Biomechanics. 2017. Vol. 21, № 3. P. 224–232.

14. Zilov V. G., Eskov V. M., Khadartsev A. A., Eskov V. V. Experimental confirmation of the effect of "Repetition without repetition" N.A. Bernstein // Bulletin of experimental biology and medicine. 2017. Vol. 1. P. 4–8.

УДК 004

Закиров А. А., Урманцева Н. Р.

ИГРОВОЕ ДОПОЛНЕНИЕ К КАРТОГРАФИЧЕСКОМУ СЕРВИСУ GOOGLE MAPS FOR UNITY

В статье рассматривается возможность внедрения игровых искусственных объектов в картографический сервис Google Maps, которая в целом превращает всю карту в некоторую игру. Такая технология позволяет нам кооперативно выполнять квесты, заниматься поиском вещей, завоевывать территории и многие другие игры. И все это при помощи мобильного устройства, на котором установлено данное приложение. В приложении обыкновенная карта Google Maps, и также те элементы, которые были добавлены при разработке в игровом движке Unity, т. е. то, что не существует в реальном мире, но есть на карте и есть, если навести на этот объект камерой.

Ключевые слова: ГИС, онлайн-игра, картография, игровой мир, геоинформационная система.

Актуальность выбранной темы связана с развлечениями и плавностью перехода от компьютерных игр в сидячем состоянии в активные реальные игры при помощи игровой карты и технологии дополненной реальности в городской среде для улучшения здоровья.

При разработке игр дополнение Google Maps for Unity позволяет создавать море различных типов объектов, к примеру, в г. Сургуте установить вымышленного персонажа – дракона на крыше главного здания «Газпром», дракон будет охранять какой-нибудь клад, который находится внутри здания. Расставить союзников можно вокруг здания или же подключить реальных друзей, которые бегают с наведенным телефоном на здание, чтобы увидеть дракона. Игры с сюжетной линией и выполнение квестов в разных точках города с командой реальных игроков будут намного интереснее.

Особенности дополнения Google Maps:

1. Создавать захватывающие впечатления по всему миру.

Получить доступ к сотням миллионов 3D-зданий, дорог, ориентиров, кафе и парков, чтобы построить свою игру. Есть карта мира, поэтому можно рассчитывать на высококачественные данные из Нью-Йорка в Токио, включая информацию о более чем 100 миллионах мест [2].

2. Полная настройка своих игр.

Дороги, здания и парки превращаются в игровые объекты, где можно настроить любой игровой элемент. Заполнить парки деревьями, океанами с волнами и пляжами с зонтиками. Настроить цвета, текстуры и размеры объектов, чтобы создать игру по-своему [2].

3. Дизайн богатых и привлекательных игр в реальном мире.

Найти игроков и подходящие места для игры с данными Google Maps. Если хочется, чтобы игроки пошли в переполненное кафе в Париже или глушь, то можно водить собственных игроков в реальные места, которые имеют смысл для вашей игры [2].

4. По мере роста.

Создание инфраструктуры Google Maps и серверов по всему миру означает наиболее быстрое время отклика, возможность масштабирования по требованию и спокойствие о том, что игры будут работать. Подсчитывать глобально доступный игровой процесс для миллионов одновременных игроков и во время внезапных всплесков трафика [2].

5. Построить в единстве.

Создавать пользовательские, захватывающие игры с данными Google Maps в «Unity» самой популярной мобильной игровой платформе. Полная интеграция позволяет разработчикам использовать преимущества физики игровой платформы Unity, освещения, AI, пост-обработки и кроссплатформенных возможностей для создания ярких игр, которые можно экспортировать на любое устройство.

В Google утверждают, что благодаря новому SDK любой объект, будь то здание или дорога, можно будет превратить в GameObject – объект в Unity с изменяемой структурой и поведением. Главный инженер проекта Патрик Донелан надеется, что разработчики будут создавать уникальные и фантастические игровые окружения, основанные на локациях из реального мира [1].

6. Google Maps API.

Разработчики создали API, который позволяет с легкостью добавлять точки интереса и маячки с заданиями прямо на карту мира. Создатели использовали данные о достопримечательностях из Google Maps для нахождения самых популярных туристических маршрутов. Такие меры помогут в обеспечении лучшего опыта для игроков.

Компания уже заключила партнерство с крупнейшими издателями для создания уникальных игр в смешанной реальности. Уже объявлено о выходе Jurassic World Alive, The Walking Dead: Our World и Ghostbusters World.

Google уделяет большое внимание развитию своего картографического сервиса. Напомним, что в начале 2018 года компания открыла доступ к крупнейшей базе достопримечательностей по всему миру [1].

В результате научного исследования была представлена новейшая технология картографического сервиса Google Maps, которая позволяет обыкновенную карту преобразить в игровую на игровом движке Unity для дальнейшего использования в городской среде с целью разнообразить активную жизнь, что очень хорошо скажется на здоровье, общении, логике человека и мн. др.

Литература

1. Google открыла Google Maps API для разработчиков игр : сайт [Электронный ресурс]. URL: <https://tproger.ru> (Дата обращения: 04.11.2018).
2. Сделай мир своей игровой площадкой : сайт [Электронный ресурс]. URL: <https://cloud.google.com> (Дата обращения: 04.11.2018).

УДК 622.276

Кокорина К. А., Макеев А. А., Петрова Ю. Ю.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ БОРЬБЫ С ОСЛОЖНЯЮЩИМИ ФАКТОРАМИ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ СКВАЖИН

В настоящее время актуальными остаются вопросы внедрения эффективных технологий борьбы с осложняющими факторами при добыче нефти с учетом горно-геологических особенностей месторождений Западной Сибири, свойств добываемых флюидов, особенностей разработки нефтегазовых залежей и эксплуатации скважин. Исследования и разработки для решения этой задачи направлены, в частности, на совершенствование методов предупреждения и борьбы с отложениями неорганических солей в процессе эксплуатации скважин, оптимизацию существующей технологии борьбы с солеотложениями и разработке новых ингибиторов с оптимальным механизмом действия для предупреждения отложений различных типов солей, обладающими требуемыми эксплуатационными свойствами и адаптированными к конкретным условиям применения.

Ключевые слова: эксплуатация скважин, солеотложение, ингибиторы.

Для разработки наиболее эффективных подходов для решения проблемы отложений солей при эксплуатации скважин необходимо изучить особенности производства работ, горно-геологические условия разработки залежей, существующие технологии, направленные на решение обозначенной проблемы.

Наибольший вклад в процессы, приводящие к образованию неорганических солей в процессе добычи нефти, вносят следующие факторы: изменение термобарических условий, смешение несовместимых вод, присутствие в воде CO_2 , pH среды. При разработке методов по борьбе с солеотложениями необходимо учитывать особенности работы скважин, особенно такой фактор, как обводненность: при обводненности менее 20 % добываемая жидкость нагревается под действием работы погружного электродвигателя (далее – ПЭД), в результате чего снижается растворимость соли (данная тенденция отмечается для отложений солей карбонатного типа, а именно – кальцита); образование отложений неорганических солей начинается на первых ступенях насоса, вследствие чего и происходит его отказ; при обводненности более 20 % образование соли (кальцита) происходит в пластовых условиях, при этом сформировавшиеся кристаллы обладают достаточными размерами для засорения каналов; образование отложений солей происходит на рабочих органах насоса и на выходе из него [1].

В ходе проведения исследований и при выборе наиболее эффективных технологий борьбы с солеобразованием следует учитывать сложные условия эксплуатации скважин, которые могут быть связаны с горно-геологическими особенностями залежей, высокими температурами в зоне работы оборудования, высокой обводненностью добываемой жидкости и рядом других факторов.

Для предотвращения отложений неорганических солей при эксплуатации скважин чаще всего используют методы, основанные на использовании реагентов-ингибиторов. Различают следующие механизмы действия реагентов-ингибиторов солеотложения: дисперсионный механизм (в этом случае ингибитор адсорбируется на поверхности кристаллов и препятствует взаимодействию кристаллов между собой и их агрегированию в однородные отложения); «пороговый» механизм (происходит адсорбция ингибитора на поверхности возникшего зародыша кристалла (центра кристаллизации), нарушается структура и сдерживается дальнейший рост (соединение кристаллов между собой); ингибирование роста кристаллов с возможным изменением кристаллической решетки (происходит адсорбция ингибитора на активно растущей поверхности кристалла и на дефектах кристаллической решетки, останавливается рост кристал-

ла). Стоит отметить, что при преобладающем действии того или иного механизма, ингибиторы солеотложений могут проявлять на действие всех отмеченных ранее механизмов ингибирования одновременно. Чаще всего для ингибирования солеотложений применяются фосфонаты и фосфоновые кислоты, эфиры фосфорной кислоты, полиакрилаты, полимерные ингибиторы [2, 3]. При этом преимущественным механизмом действия полиакрилатов является дисперсионный; при применении фосфонатов происходит изменение кристаллической решетки кристаллов и замедляется их рост; при воздействии полимерных ингибиторов на процессы солеобразования преимущественно происходит подавление процессов образования кристаллов солей из зародышей. Ингибиторы солеобразования, действующие по «пороговому» механизму, в настоящее время признаны наиболее эффективными.

Наиболее часто встречающимися отложениями при эксплуатации скважин являются хлоридные, карбонатные и сульфатные соли; в данной работе при подборе наиболее оптимальных реагентов-ингибиторов рассматривались варианты их воздействия преимущественно на карбонатные соли, в перспективе планируется проведение испытаний и для солей сульфатного типа.

Исследование образца отложений неорганической соли методом инфракрасной спектроскопии в режиме однократно нарушенного полного внутреннего отражения на ИК-Фурье спектрометре Spectrum 100 (Perkin Elmer) с использованием библиотеки 7-ATR-Inorganic2 ИК-микроскопа AIM-9000 (Shimadzu) позволило установить, что он представляет собой карбонат кальция в виде полиморфной (кристаллической) модификации кальцита; на ИК-спектре исследуемого образца хорошо видны характерные полосы, соответствующие валентным асимметричным (сильная и широкая 1409 см^{-1}) и деформационным (сильные 875 и 713 см^{-1}) колебаниям карбонатных групп кальцита.

В настоящее время актуальной задачей при проведении работ в ходе эксплуатации скважин является повышение эффективности ингибиторной обработки для борьбы с процессами солеобразования, при этом исследования проводятся как в рамках улучшения свойств применяемых в настоящее время ингибиторов, так и в ходе разработки новых ингибиторов. Также необходимо проводить работы по оптимизации технологий дозирования и подачи реагентов в систему.

В данной работе была рассмотрена возможность применения реагентов на основе наноструктурированных и слоистых материалов в составе ингибиторов отложения неорганических солей (рассматривается также возможность разработки комплексных реагентов для борьбы с коррозией, образованием солей, АСПО). Наночастицы известны своими уникальными свойствами ввиду их малого размера и большой площади поверхности, в реакциях они обладают высокой активностью; в настоящее время находят широкое применение для решения самых разнообразных задач, в том числе и в нефтяной отрасли. В случае применения таких реагентов для решения проблемы солеобразования можно добиться достижения высокой эффективности ингибиторной защиты при малом расходе реагентов. С перспективой промысловых испытаний ведется выбор наиболее эффективных реагентов-ингибиторов (в настоящее время проходят тестовые лабораторные испытания), при малой дозировке реагента защитный эффект ингибирования процессов солеобразования должен быть более 75 %; при этом рассматривается возможность управления процессами ингибирования с помощью частиц с размерами на микро- и наноуровне, возможностью их включения в состав наиболее часто применяемых в настоящее время реагентов-ингибиторов, а также в комбинации с полимерами или поверхностно-активными веществами. Разработки направлены на адаптацию к реальным условиям применения с учетом специфики производства работ, горно-геологических условий; на улучшение эксплуатационных свойств реагентов-ингибиторов (например, применение термостабильного ингибитора позволит обеспечить сохранение необходимых свойств при прохождении участка насоса, где температура превышает $150\text{ }^{\circ}\text{C}$). Выбор оптимального типа реагента и оптимизация технологии дозирования позволяют избежать пикового выноса реагента в начальный момент эксплуатации, добиться равномерного распределения реагента.

Применение реагентов совместно с наночастицами позволяет придавать композициям многофункциональные свойства, управлять процессами образования микроструктур. Разработки в данной области ведет множество компаний и университетов, но стоит отметить, что разработки ведутся для определенных условий эксплуатации; при этом отдельные компании, в случае успешности испытаний данные технологии применяют только у себя, не тиражируя их.

Совершенствование технологий для предупреждения отложений неорганических солей в процессе эксплуатации скважин позволяет добиться повышения надежности работы оборудования, сократить расходы на текущий и капитальный ремонт нефтяных скважин, повысить эффективность проведения работ при эксплуатации скважин.

Литература

1. Макеев А. А. Методы увеличения ресурса работы УЭЦН на осложненном фонде скважин Октябрьского района // Инженерная практика. 2017. № 5.
2. Маркин А. Н., Низамов Р. Э., Суховерхов С. В. Нефтепромысловая химия : практич. рук. Владивосток : Дальнаука. 2011. 288 с.
3. Силин М. А., Магадова Л. А., Толстых Л. И., Давлетшина Л. Ф., Цыганков В. А. Промысловая химия. М. : Рос. гос. ун-т нефти и газа (НИУ) им. И. М. Губкина, 2016. 350 с.

УДК 504.4.064.36

Куриленко М. И., Хоменушко Т. И.

ОСОБЕННОСТИ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ УВАТСКОГО РАЙОНА

В статье представлены результаты исследования кислотно-щелочного показателя поверхностных водных объектов на территории Уватского района. Рассматриваемые водотоки располагаются на территории объектов нефтедобычи, что обуславливает необходимость постоянного наблюдения и мониторинга экологической обстановки в данных местах. Полученные результаты свидетельствуют о текущей обстановке водотоков и могут быть использованы для дальнейшего наблюдения с целью предотвращения возможных биологических и химических изменений в воде.

Ключевые слова: сезонная динамика, мониторинг водотоков, кислотно-щелочной показатель воды.

Оценка качества химического состава водных объектов наиболее актуальна в местах добычи углеводородного сырья, к каким относится Уватский район Тюменской области, который сопоставим по площади с Воронежской или Астраханской областями, или с такими европейскими странами, как Швейцария или Нидерланды. В недрах и на поверхности такой огромной территории сосредоточены колоссальные запасы пресной воды, нуждающиеся в охране. Одним из важнейших механизмов регулирования охраны природных ресурсов является экологический мониторинг химических компонентов, содержащихся в природных ресурсах, в данном случае, в речной воде. Отклонения от нормальных значений являются законным основанием для регулирования антропогенной деятельности. Речная сеть территории принадлежит бассейнам двух основных рек – Иртыша и Оби, и представлена их притоками различных порядков, а также множеством небольших безымянных рек и ручьев. Согласно ГОСТ 19179-73 [1] из общего числа водотоков на описываемой территории к катего-

рии средних рек (бассейн площадью 2000–50000 км²) относятся: Демьянка, Урна, Имгыт, Кеум, Большой Юган, Сумгутеньях, Большой Салым. Все остальные водотоки относятся к малым рекам. Из-за плоского рельефа, который не способствует развитию гидрографической сети и дренированию водоразделов, эти территории полностью заболочены.

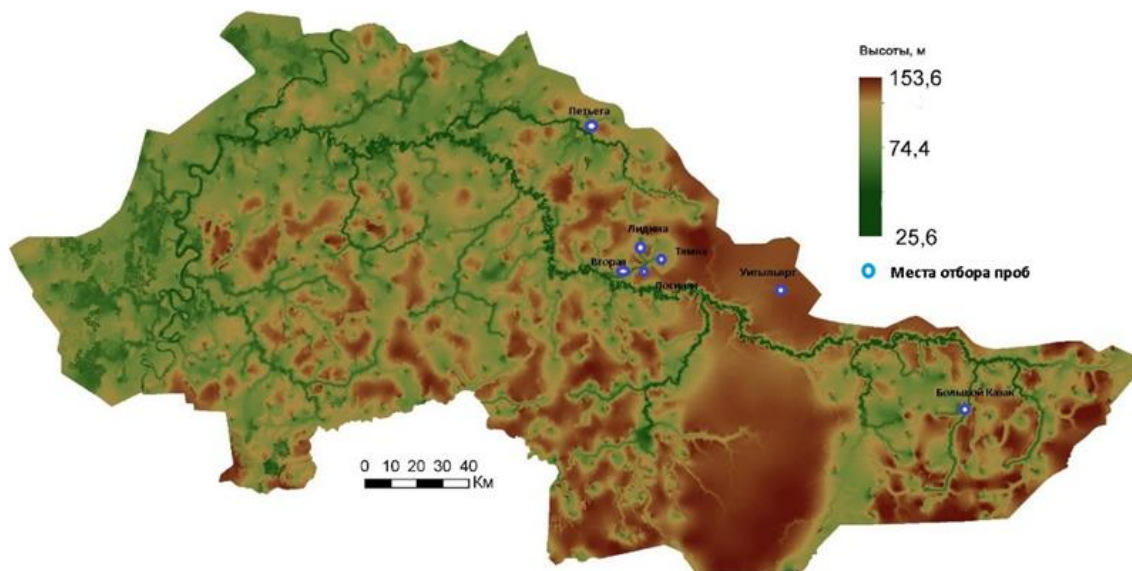


Рис. 1. Места отбора проб водных объектов. Масштаб 1:1 750 000

Места отбора проб поверхностных вод приурочены к водотокам, которые являются притоками реки Демьянка. Справа налево (рис. 1): Петъега – Приток реки Кеум, которая впадает в Демьянку, Тямка с притоками – Лидина (первый правый приток), Вторая (второй правый приток), Лосиная (левый приток), Уитьпыарт, Большой Казак [2].

Густота речной сети рассматриваемой площади составляет около 0,40 км/км². Тип питания рек для данной территории – смешанный. Преобладающим источником питания являются зимние осадки (50 %). На долю дождевого и подземного питания приходится по 25 % соответственно. Среднегодовой модуль стока – 4,8-5,5 л/с×км², слой стока – 150–175 мм. Летне-осенняя межень – маловодный период. По отношению к среднегодовому стоку слой стока за этот период составляет 10–30 %. Средние модули стока летне-осенней межени от 0,60 до 4,0 л/с×км². Минимальные расходы воды в период открытого русла наблюдаются в августе – начале сентября, однако они значительно выше минимальных зимних расходов. Реки характеризуются устойчивым ледоставом длительностью до 180 дней. Освобождение рек ото льда происходит под действием тепловых и механических факторов. Среднегодовая дата начала весеннего вскрытия льда – 25 апреля, полное очищение рек ото льда происходит на неделю позже. Рассматриваемая территория характеризуется невысокой озерностью: 1–2 %. По генезису котловин озера подразделяются на три основные группы:

- пойменные озера, которые образуются в расширенных речных поймах в результате эрозионно-аккумулятивной деятельности рек или заполнения полыми водами пониженных участков поймы; к этому типу относятся старичные озера и озера-соры;
- торфяно-болотные озера представляют собой группы небольших водоемов, бессистемно разбросанных среди болотных массивов по бассейнам рек;
- озера древних ложбин стока располагаются в определенной последовательности по бассейнам рек, в виде цепочки.

Территория характеризуется особо крупными олиготрофными болотными системами, которые расположены на водоразделах первого порядка и отдельными языками заходят на водоразделы рек второго порядка. На этих болотах берут свое начало многие реки Обь-Иртышского водораздела: Демьянка, Большой и Малый Балык, Большой и Малый Юган [6].

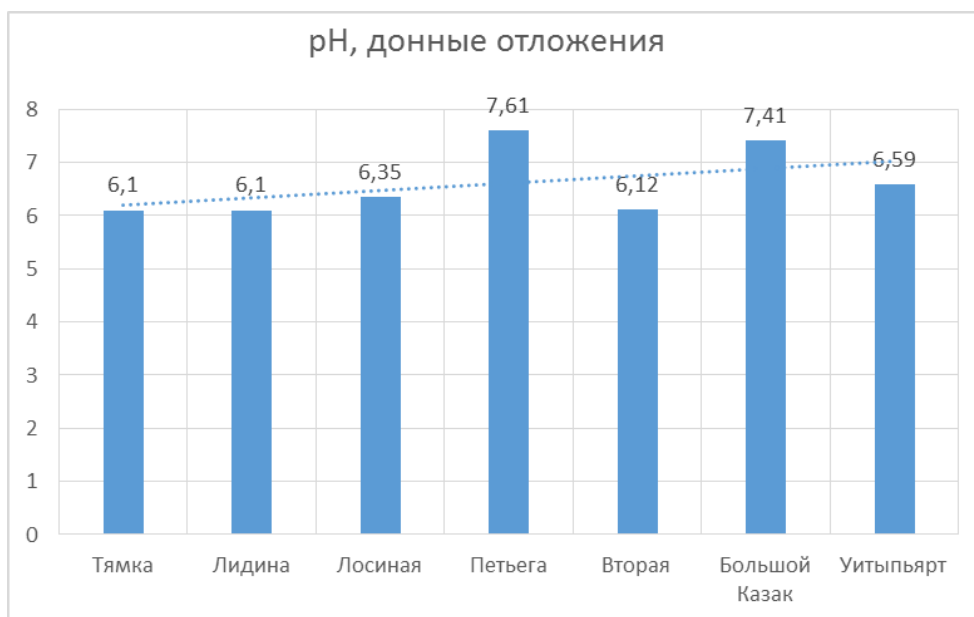


Рис. 2. Показатель рН в осенне-зимний период

Согласно рис. 2 дифференциация показателя рН в осенне-зимний период в местах отбора проб складывается следующим образом. Среднее значение водородного показателя находится в пределах $\text{pH} = 7$, что соответствует нейтральным растворам и чистой питьевой воде. Однако наибольшими показателями $\text{pH} = 7,61$ и $\text{pH} = 7,41$ характеризуются водотоки Петъега и Большой Казак соответственно, которые значительно далеко находятся друг от друга, но в то же время приурочены к одним и тем же геолого-геоморфологическим условиям [3]. Минимальными значениями $\text{pH} = 6,10$ – $6,35$ характеризуются река Тямка с притоками Лидина (правый приток), Лосиная (левый приток), Вторая (второй правый приток). Средними из выборки показателями рН свойственны водам реки Уитыпьярт. Линия тренда носит восходящий характер, что говорит о незначительной, но все-таки разнице в отклонениях водородного показателя.

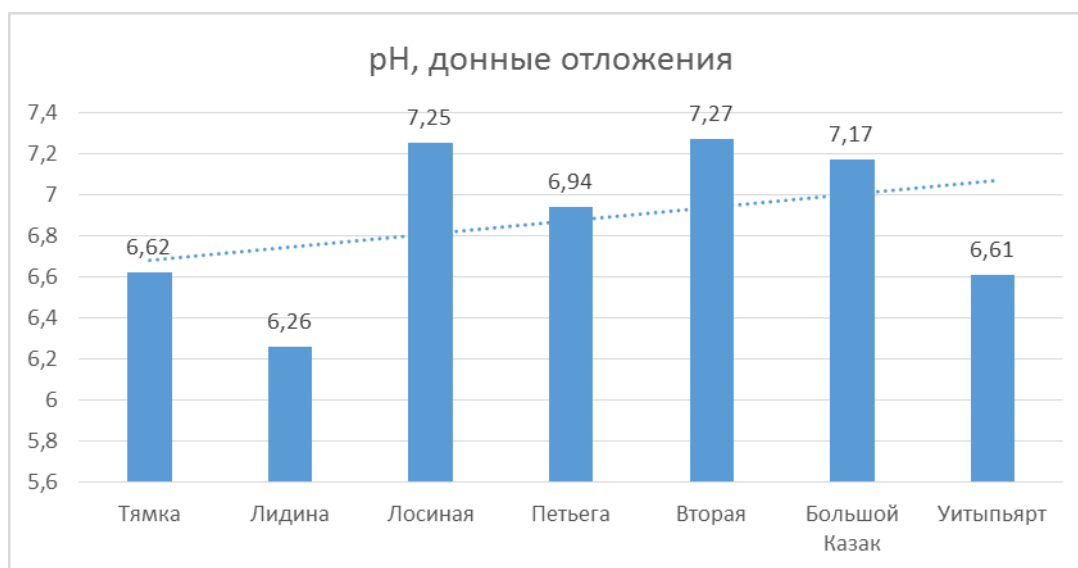


Рис. 3. Показатель рН в весенне-летний период

Другая тенденция изменения показателя рН наблюдается в весенне-летний период (рис. 3). Это связано с прекращением ледостава на реках, весенними половодьями и летними

паводками. Максимальными значениями водородного показателя $pH = 7,25-7,27$ отличаются места отбора проб в притоках Тямки – Лосиная и Вторая. За ними следует значение, приуроченное к водотоку Большой Казак. Наименьшими водородными показателями отличаются реки Лидина $pH = 6,26$, Утыпьярт $pH = 6,61$, Тямка $pH = 6,62$. Линия тренда носит восходящий характер, тенденция изменений такая же, как в осенне-зимний период.

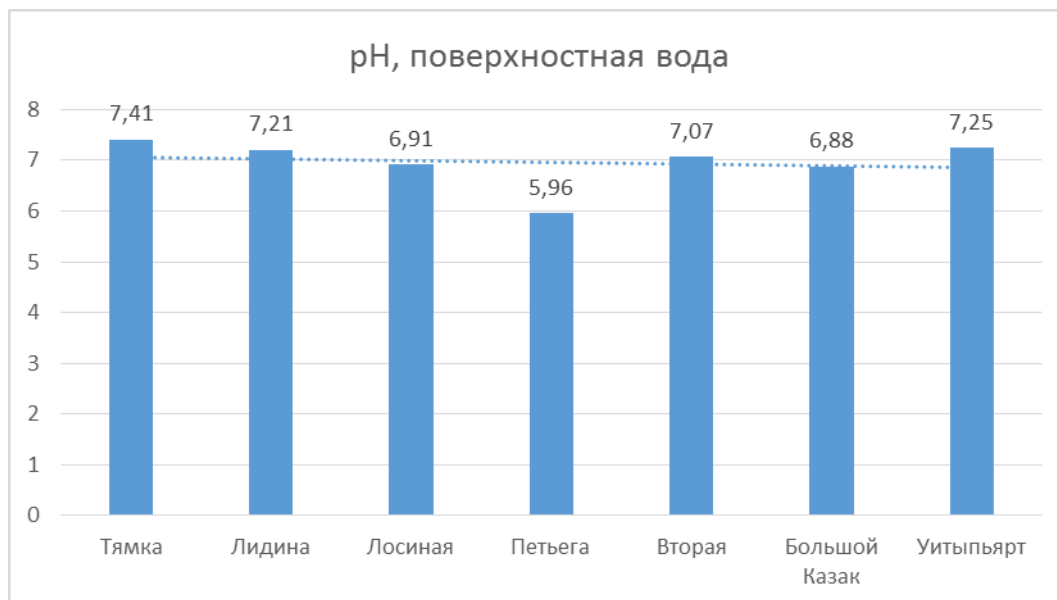


Рис. 4. Показатель pH в осенне-зимний период

Рис. 4 отражает следующую динамику изменения водородного показателя поверхностных рек исследуемых притоков в весенне-летний период. В пределах нормы $pH = 7$ с незначительными отклонениями отмечены следующие водотоки: Тямка – 7,41, Лидина – 7,21, Лосиная – 6,91, Вторая – 7,07, Большой Казак – 6,88, Утыпьярт – 7,25. Относительно повышенной кислотностью обладает проба реки Петъега – $pH = 5,96$. Линия тренда не отличается изломами, поскольку соединяет практически одинаковые значения, за исключением реки Петъега.

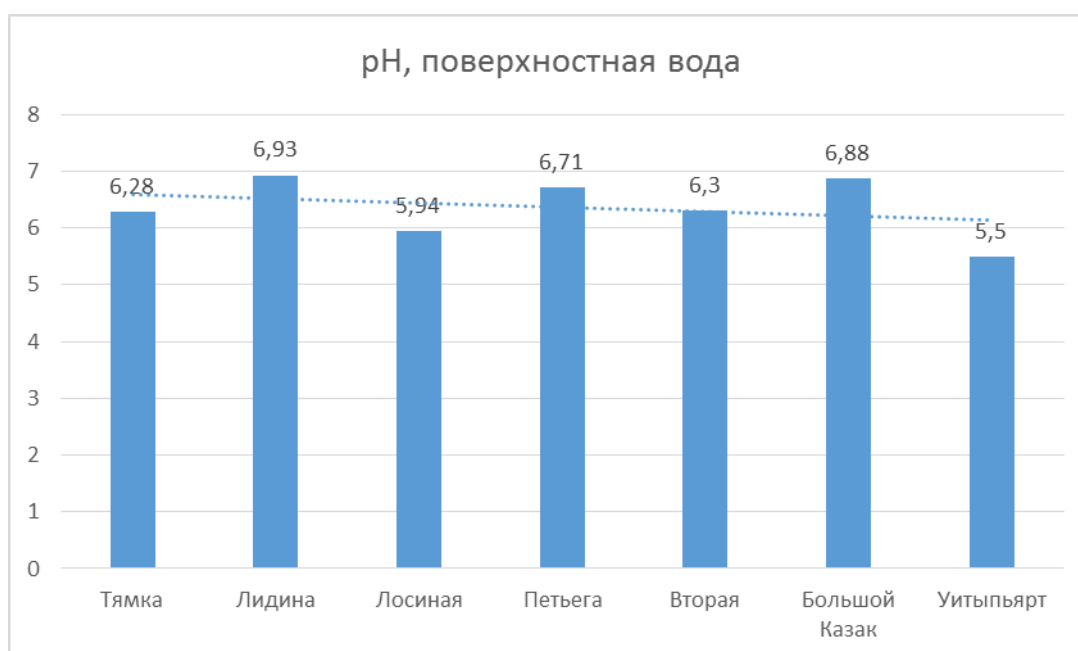


Рис. 5. Показатель pH в весенне-летний период

Другая тенденция изменения показателя рН поверхностных вод наблюдается в весенне-летний период. (рис. 5). Максимальными значениями водородного показателя рН = 6,93; 6,88; 6,71 отличаются места отбора проб в притоках Тямки – Лидина, Большой Казак и Петьегга соответственно. За ними следуют значения, приуроченные к водотокам Вторая – 6,3 и Тямка – 6,28. Наименьшими водородными показателями отличаются реки Лосиная рН = 5,94, Утыпьярт рН = 5,5. Линия тренда носит нисходящий характер, тенденция изменений уменьшается в сторону кислотности.

Проведенный анализ водородного показателя поверхностных и донных отложений изучаемых рек свидетельствует о нормальной кислотно-щелочной среде рН = 7, за некоторыми незначительными исключениями.

Литература

1. Гидрология суши. Термины и определения : ГОСТ 19179-73 URL: <http://docs.cntd.ru> (дата обращения: 14.02.2016).
2. Лезин В. А. Реки и озера Тюменской области. М. : МГУ, 1995. 300 с.
3. Козин В. В., Осипов В. А. Природопользование на северо-западе Сибири: опыт решения проблем. Тюмень : ТюмГУ, 1996. 168 с.
4. Молчанова Я. П., Заика Е. А., Бабкина Э. И. Гидрохимические показатели состояния окружающей среды. М. : Форум-Инфрам-М, 2007. 189 с.
5. Селезнева А. В. От мониторинга к нормированию антропогенной нагрузки на водные объекты. Самара : Изд-во СамНЦ РАН, 2007. 105 с.
6. Техничко-экономическое обоснование инвестиций в освоение Демьянской группы месторождений. Оценка воздействия на окружающую среду. М. : ФРЭКОМ, 2006. с. 51.

УДК 665.61:543.51

Лазарев Д. А., Туров Ю. П.

ВАРИАЦИИ СОСТАВА ИЗВЛЕКАЕМОЙ НЕФТИ И ТЕРМОДИНАМИЧЕСКАЯ НЕРАВНОВЕСНОСТЬ НЕФТЯНОЙ СИСТЕМЫ

Представлены результаты исследований углеводородного состава и геохимических параметров нефтей месторождений ХМАО. Установлено, что вариации углеводородного состава изученных образцов достаточно велики, но большинство характеристик состава описываются гауссовым распределением. Совместное использование методов ВЭЖХ и ГХ/МС позволило не только более детально изучить состав ароматических углеводородов, но также показать существенные различия в подвижности изомеров при фильтрации через пористую среду. Показана возможность влияния техногенных факторов на изомерный состав углеводородов, используемый в геохимической оценке.

Ключевые слова: нефть, углеводородный состав, геохимические параметры, высокоэффективная жидкостная хроматография.

Информация об углеводородном составе положена в основу геохимической классификации рассеянного органического вещества и извлекаемой нефти, определяет рыночную цену сырья и во многих случаях позволяет прогнозировать качество продуктов переработки. Надежность накопленной и вновь получаемой информации необходимо оценивать с учетом конечной точности результатов химических анализов, так как сведения о материальном составе извлекаемой нефти несут информацию не только о геохимической истории месторождения, но также характеризуют физико-химические процессы взаимодействия в системе «пластовый

флюид-вмещающие породы», что определяет коэффициент извлечения нефти, и в итоге определяет адекватность экономических оценок эффективности эксплуатации месторождения.

Для решения данной проблемы был исследован углеводородный состав 22 образцов нефти месторождений ХМАО и проведена оценка вариаций группового, гомологического и изомерного состава в масштабах округа, отдельных месторождений и скважин. Рассчитаны значения основных геохимических параметров (табл. 1), используемых в органической геохимии для классификации и идентификации образцов нефти на основе изомерного состава парафинов.

Таблица 1

Геохимические параметры

№ образца	Carbon Preference Index 1	Carbon Preference Index 2	Pr/n-C ₁₇	Ph/n-C ₁₈	Pr/Ph	Изопреноидный коэффициент K _i
1	0,93	0,82	0,53	0,82	0,80	0,66
2	0,87	0,83	0,57	0,84	0,82	0,69
3	0,93	0,77	0,57	0,80	0,88	0,67
4	1,00	0,84	1,07	1,33	0,96	1,19
5	0,91	0,83	0,61	0,79	0,86	0,70
6	0,92	1,05	1,42	0,91	0,94	1,10
7	0,97	0,83	0,53	0,73	0,91	0,62
8	0,99	0,90	0,67	0,64	1,24	0,66
9	0,94	0,88	0,85	0,80	1,25	0,82
10	0,93	0,77	0,56	0,73	0,88	0,64
11	1,00	0,85	0,53	0,69	1,00	0,60
12	1,00	0,92	0,55	0,77	0,90	0,65
13	0,96	0,82	0,75	0,77	1,19	0,76
14	0,92	0,87	0,61	0,70	0,99	0,66
15	0,99	0,75	0,72	0,82	1,14	0,76
16	0,99	0,89	0,57	0,75	0,90	0,65
17	0,95	0,85	0,71	0,65	1,30	0,68
18	0,95	0,85	0,63	0,92	0,71	0,77
19	0,91	0,76	0,68	0,88	0,92	0,77
20	0,99	0,87	0,45	0,51	0,99	0,48
21	0,93	0,83	0,51	0,65	0,93	0,57
22	0,94	0,89	0,78	0,77	1,16	0,77

Исследование вариаций состава гопанов показало, что на уровне доверительной вероятности 0,95 по критерию Пирсона χ^2 относительная распространенность изомеров в исследованном наборе образцов не противоречит гипотезе о нормальном их распределении.

Установлено, что в соответствии с существующей геохимической классификацией по углеводородному составу, нефти, извлекаемые из различных скважин одного месторождения, могут принадлежать к объектам различного генетического типа по природе исходного органического материала и условиям формирования.

Широкие вариации состава нефти даже в образцах из близко расположенных скважин позволяют предположить, что, наряду с геофизическими и геохимическими характеристиками продуктивного пласта, существенное влияние на состав оказывают техногенные факторы – особенности технологии нефтеизвлечения и длительность эксплуатации скважин. Поэтому применение геохимических критериев для классификации и идентификации образцов нефти, основанных на их материальном составе, рекомендуется ограничить образцами, полученными из разведочных скважин или на начальных стадиях эксплуатации продуктивных.

Особенности динамики углеводородного состава нефти в процессе эксплуатации скважин можно связать с присутствием, свойствами и поведением надмолекулярных структур в нефтяной системе. Это позволяет направить дальнейшие поиски методов повышения степени извлечения углеводородов в область поиска и применения технологий, не требующих крупных материальных и энергетических затрат.

Для моделирования процессов изменения состава извлекаемой нефти при ее миграции через породы пласта и ее фильтрации через пористую среду при эксплуатации скважин был проведен лабораторный эксперимент с использованием нормально-фазовой высокоэффективной жидкостной хроматографии (далее – ВЭЖХ) в препаративном варианте (колонка 10,0 × 250 мм, силикагель Kromasil 100 Sil 5 μm) с н-гексаном в качестве подвижной фазы. Контроль изменений состава и идентификацию веществ во фракциях препаративного деления проводили методами хроматомасс-спектрометрии (ГХ/МС, колонка 0,25 мм × 30 м, фаза GsBP-5MS) с использованием полных масс-спектров, приемов селективного ионного детектирования и относительных хроматографических характеристик удерживания.

Совместное использование методов ВЭЖХ и ГХ/МС позволило не только более детально изучить состав ароматических углеводородов, но также показать существенные различия в подвижности изомеров (рис. 1) при их фильтрации через пористую среду.

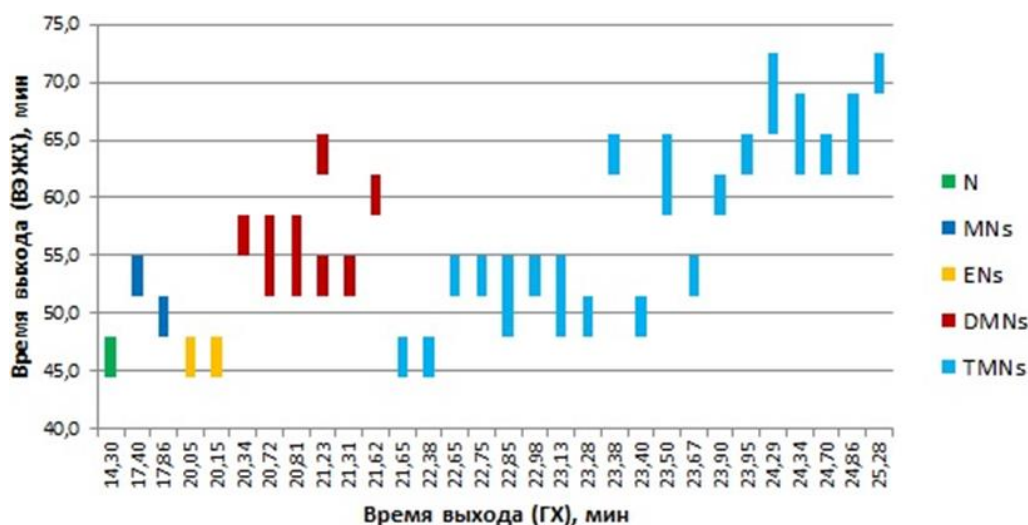


Рис. 1. Сопоставление хроматографической подвижности нафталинов в ВЭЖХ и ГЖХ (N, MNs, DMNs и TMNs – нафталин, метил-, диметил- и триметил-нафталины)

Сопоставив данные, полученные с помощью ВЭЖХ и ГХ/МС, был определен порядок выхода алкил-замещенных нафталинов. Используя уже известные данные о строении молекулы нафталина [1] и допуская, что изменениями в строении, вызванными наличием заместителей, можно пренебречь, были рассчитаны средние размеры метил- и диметил-замещенных нафталинов. Для этого с помощью программного обеспечения CoreIDRAW были построены модели молекул и параллельно 6 осям, расположенным под углом 30° относительно друг друга, определены их максимальные размеры (табл. 2). При обработке полученных данных для зависимости очередности выхода алкил-замещенных нафталинов в ВЭЖХ от размера молекулы (рис. 2) был получен линейный коэффициент корреляции $r_{xy} = 0,709$, что характеризует высокую ($r_{xy} > 0,7$ по шкале Чеддока) степень тесноты зависимости. При отбраковке двух правых (последних строк в табл. 2) точек на графике коэффициент корреляции увеличивался до 0,949.

Таблица 2

Соотнесение времени удерживания алкил-замещенных нафталинов в ВЭЖХ с размерами молекулы

Порядок выхода в ВЭЖХ	Расположение метильных заместителей	Среднее время удерживания в ВЭЖХ, мин	Размеры молекулы в плоскости, Å						Средний размер молекулы, Å
			0°	30°	60°	90°	120°	150°	
1	1	49,75	4,82	4,87	3,74	4,30	4,97	4,91	4,60
2	2	53,25	6,09	4,91	3,68	2,85	4,97	6,42	4,82

Окончание табл. 2

Порядок выхода в ВЭЖХ	Расположение метильных заместителей	Среднее время удерживания в ВЭЖХ, мин	Размеры молекулы в плоскости, Å						Средний размер молекулы, Å
			0°	30°	60°	90°	120°	150°	
3	1,4	53,25	4,82	4,91	5,04	5,78	5,04	4,91	5,08
4	1,5	53,25	4,82	4,87	3,81	5,78	6,26	4,95	5,08
5	1,6	55,00	6,09	4,91	3,74	4,33	6,26	6,38	5,29
6	1,7	55,00	6,09	6,34	4,97	4,30	4,97	4,95	5,27
7	1,3	55,00	6,09	6,34	5,04	4,33	4,97	4,91	5,28
8	2,7	56,75	7,36	6,38	4,97	2,85	4,97	6,38	5,48
9	2,6	56,75	7,36	4,95	3,68	2,89	6,26	7,81	5,49
10	1,2	60,25	6,09	4,91	3,74	4,30	4,97	6,34	5,06
11	2,3	63,75	6,09	6,34	4,97	2,89	4,97	6,34	5,27

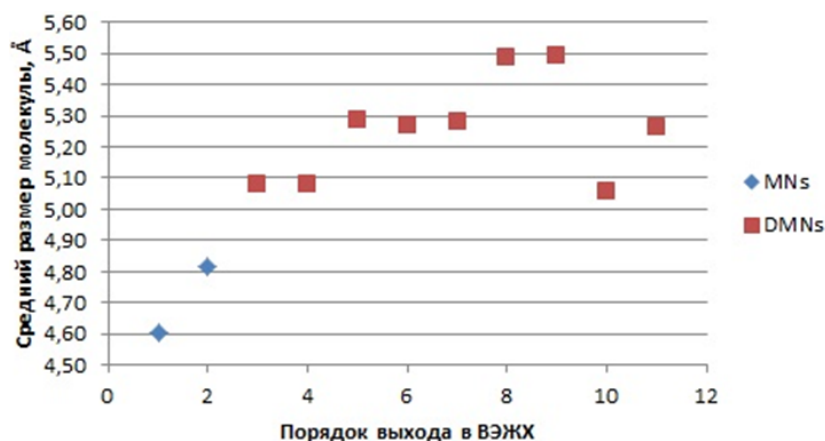


Рис. 2. Корреляционная зависимость порядка выхода в ВЭЖХ метил- и диметил-нафталинов от размера молекулы

Полученная картина согласуется с результатами наших исследований вариаций состава нефти, извлекаемой из различных скважин одного месторождения, в которых наблюдается корреляция изомерного состава ароматических углеводородов с продолжительностью эксплуатации скважины. Поэтому при геохимической интерпретации изомерного состава ароматических углеводородов в нефти необходимо учитывать возможное влияние техногенных факторов, вызванных фильтрацией флюида при его извлечении из продуктивного пласта.

Литература

1. Бокий Г. Б. Кристаллохимия. М. : Наука, 1971. 400 с.

УДК 628.517(571.122)

Мордвинцева А. Ю., Омелян П. С.

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ШУМОВЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ В ПРЕДЕЛАХ СЕЛИТЕБНОЙ ЗОНЫ Г. СУРГУТА

Проведена экологическая оценка существующего уровня шумового загрязнения в жилой зоне Северо-Восточного жилого микрорайона города Сургута и выявление зон акустического дискомфорта для проживающего населения. В ходе исследования выявлены биологически опасные для человека частные диапазоны шумовой нагрузки и оценка их уровня с позиций санитарно-гигиенических нормативов.

Ключевые слова: шумовое воздействие, транспортный поток, экологическая оценка, децибел.

Среда обитания человека становится все более сложной и не постоянной. Современный город представляет собой сложный объект, жизнедеятельность которого обеспечивается взаимодействием множества систем. Функционирование автомобильного транспорта, как составляющей транспортной системы города, оказывается тесно взаимосвязанным с большим числом жизненно важных для него процессов и проживающего населения [1]. В связи с этим острой проблемой в крупных городах становится воздействие транспортного шума на окружающую среду, в первую очередь, на среду обитания человека. Согласно Федерального закона от 4 мая 1999 г. № 96-ФЗ «Об охране атмосферного воздействия» воздействие шума относится к вредному физическому воздействию на атмосферный воздух [5].

Большая часть шумового загрязнения связана с движением транспорта, который на общем фоне дает до 80 % шума. В крупных городах, в зонах повышенного уровня шума, создаваемого транспортом, проживает 30 % населения. Различные источники шумового загрязнения создают постоянный звуковой фон, сопровождающий жизнедеятельность людей. Физическая адаптация человека к шуму невозможна [4].

За последние десятилетия в сибирских городах увеличение и интенсивность транспортного потока приводит к ухудшению экологической ситуации, не только по уровню загрязнения атмосферного воздуха выхлопными газами, но и по воздействию шума на прилегающие, спальные районы.

Муниципальное образование городской округ Сургут расположен на территории Западно-Сибирской равнины, по правому берегу р. Обь, является одним из старейших сибирских городов России. Количество жителей, проживающих на территории г. Сургута, по данным службы Росстата в 2015 г. составило 340 845 человека [2]. На начало 2015 г. количество зарегистрированных автомобилей составило 173 тыс. единиц, таким образом, 50,7 % населения обеспечено автомобилем (0,5 на душу населения) [3]. Тем самым, это демонстрирует активный и большой автомобильный поток, а так как транспортные магистрали расположены близко к спальным районам, акустическое воздействие от движения автотранспорта влияет на функциональные системы организма человека.

Шум мешает нормальному отдыху и восстановлению сил, нарушает сон. Систематическое недосыпание и бессонница ведут к тяжелым нервным расстройствам. Поэтому защите сна от шумовых раздражителей должно уделяться большое внимание [6]. В связи с этим одной из актуальных проблем экологии г. Сургута является шумовое загрязнение жилых районов.

В качестве объекта исследования был выбран Северо-Восточный жилой микрорайон г. Сургута. Исследование шумового воздействия на людей, проживающих в данном микрорайоне, носит эпизодический характер (осень, весна).

Измерения проводились с ноября 2014 года по апрель 2015 года. Для проведения измерения эквивалентного уровня шума был выбран участок г. Сургута, в который вошли 6 микрорайонов: 18-й, 19-й, 20-й, 20а, 31-й и 32-й, что составляло область прямоугольной территории, ограниченной прилегающими улицами: 30 лет Победы – Ивана Захарова – Университетская и пр. Ленина. Выбор данных участков обусловлен активной застройкой жилых массивов, особенно вдоль ул. Университетская, а также высокой интенсивностью движения автомобильного потока и проведением строительных работ.

Измерения уровня шума произведено с использованием прибора – шумомера «ОКТАВА 110А», предназначенного для измерения (в помещении и на улице) параметров эффективных значений уровня стационарных неимпульсных звуков (шумов) в децибелах частотных характеристик относительно порогового значения, равного $2 \cdot 10^{-5}$ ПА.

Результаты проведенных исследований уровня звукового давления в Северо-Восточном жилом микрорайоне г. Сургута демонстрировали широкий разброс значений: от 46,45 дБ (18_06) до 70,33 дБ (20А_02). Наименьшие показания уровней звука отмечены

в микрорайонах 18, 19, 20. Более высокие уровни звукового давления зафиксированы в микрорайонах 20а и 31, а в 32-м микрорайоне они достигали максимальных значений (рисунок).

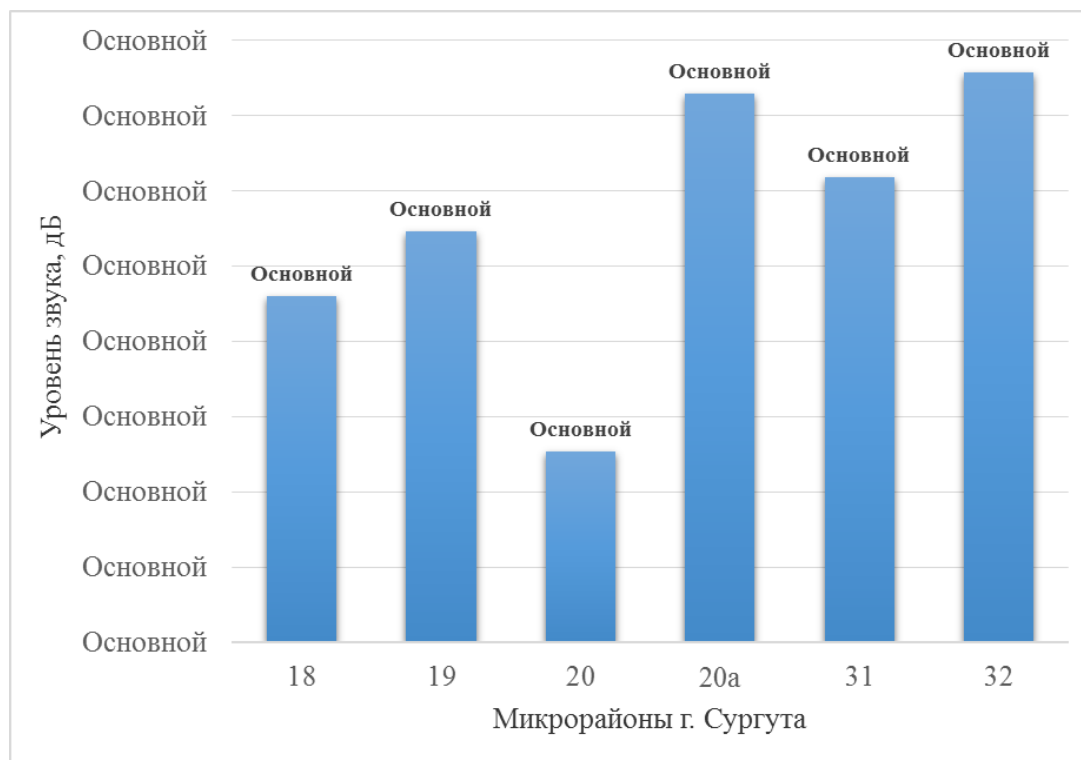


Рисунок. Эквивалентный уровень звукового давления в микрорайонах г. Сургута, средневзвешенное значение, (дБА)

Результаты измерений эквивалентного уровня звука и уровня опасных частот показали, что средний уровень шума в 5 (из 6) микрорайонов Северо-Восточного жилого массива находился выше допустимого уровня звука в дневное время (ПДУ = 55 дБА). Установлено, что уровень шумового загрязнения в зоне жилого массива перспективной многоэтажной застройки города Сургута для 18-го, 19-го, 20а, 31-го и 32-го микрорайонов Северо-Восточного на 2,7–2,8 % превышал уровень допустимых значений для территории жилых мест, регламентированный нормативными санитарно-гигиеническими требованиями (55 дБА).

В целом, экологическая оценка шумового загрязнения для микрорайонов Северо-Восточного жилого массива г. Сургута показала, что наиболее благоприятными для проживания являются 18-й, 19-й, 20-й микрорайоны, а 32-й микрорайон находится в зоне акустического дискомфорта для проживающего населения селитебной территории.

Литература

1. Агасьянц А. А., Меркулова З. Е. Влияние транспортной инфраструктуры на состояние городской среды. Проблема окружающей среды и природных ресурсов. М. : ВНИИТИ, 1984. № 9. 46 с.
2. Города России. Общие сведения и описание Сургута [Электронный ресурс] // Города-Россия.рф. 2017. URL: <http://города-россия.рф>.
3. Лаврентьев Е. Сургут задыхается в пробках даже летом: за год в городе добавилось больше 10 тысяч машин // Сургутинформтв. 2015. URL: <https://sitv.ru>.
4. Новиков Ю. В., Куценко Г. И., Подольский В. М. Современные экологогигиенические проблемы среды обитания человека и совершенствование санитарно-эпидемиологического надзора. М. : 1997. 447 с. 43.

5. Подольский В. П. Дорожная экология. М. : Союз, 1997. 285 с.
6. Семенова Э. Н., Бортник А. Ф. Воздействие шума на психологическое состояние человека // Актуальные проблемы развития личности в онтогенезе : сб. материалов II Всерос. науч.-практич. конф. студентов и аспирантов ; Северо-Восточный федеральный университет им. М. К. Аммосова. Киров. 2014. С. 116–118.

УДК 612.1-057.874:612.014.4

Мороз О. А., Еськов В. В., Фадюшина С. И.

СОСТОЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ КОРЕННОГО И НЕКОРЕННОГО НАСЕЛЕНИЯ ЮГРЫ С ПОЗИЦИЙ МЕТОДОВ ТЕОРИИ COMPLEXITY

В рамках новой теории хаоса-самоорганизации в работе выполнен расчет хаотической динамики параметров (кардиоинтервалов) 3-возрастных групп женщин коренного и некоренного населения Югры. Использование новых методов позволило выявить достоверные различия между группами и оценить адаптивные возможности организма к неблагоприятным климатическим условиям. Установлено, что с возрастом значения V_G (объемы квазиаттракторов (далее – КА)) КА у женщин коренного и пришлого населения Югры уменьшаются.

Ключевые слова: сердечно-сосудистая система, адаптация, кардиоинтервалы, квазиаттрактор.

Введение. Воздействие окружающей среды на организм человека на Севере РФ приводит к напряжению основных функциональных систем организма (далее – ФСО). При этом индивидуальные особенности организма и его защитные ответные реакции на воздействие неблагоприятных факторов отражают в первую очередь наследственно-конституциональные особенности как всего организма, так и его различных функциональных систем. Поскольку здоровье населения ХМАО – Югры, в особенности женского коренного и некоренного населения, находится под постоянным воздействием особых факторов риска, то это приводит к формированию специфической северной патологии ФСО [1, 4, 5, 8]. Общеизвестно, что патология сердечно-сосудистой системы (далее – ССС) составляет основной процент заболеваний, что влияет на продолжительность работоспособного периода. Сердечно-сосудистая система является наиболее важным звеном организма, которое может обеспечить высокую продолжительность жизни человека или, наоборот, ее уменьшить.

Особая хаотическая динамика параметров кардиоритма требует разработки новых подходов для их анализа и прогнозирования. В этой связи сравнение эффективности традиционных статистических методов и методов теории хаоса-самоорганизации для оценки параметров кардиоинтервалов на примере трех возрастных групп женщин-ханты в аспекте идентификации их возрастных особенностей может составить основу особого подхода в общей теории сложных биологических динамических систем (далее – БДС), которые описываются их вектором состояния $x = x(t)$ [2, 3, 6].

Цель исследования. Идентификация наличия или отсутствия статистических различий между параметрами кардиоинтервалов женщин-ханты и пришлого населения разных возрастных групп.

Объект и методы исследования. Для изучения особенностей возрастных изменений параметров ССС женского населения Югры методом вариационной пульсоинтервалографии (пульсоксиметр «ЭЛОКС-01С2», разработанный и изготовленный ЗАО ИМЦ «Новые Приборы», г. Самара (Калакутский Л. И., Еськов В. М., 2002–2018) было обследовано 180 человек

трех возрастных групп (одинаковых по численности $n_1 = n_2 = n_3 = 30$): 1-я группа – 18–36 лет; 2-я группа – 37–49 лет; 3-я группа – 50 лет и старше. Обследование испытуемых производилось неинвазивными методами и соответствовало этическим нормам Хельсинской декларации. Все наблюдаемые женщины были без патологий и жалоб на здоровье (давали добровольное согласие на обследование).

Регистрацию RR-интервалов осуществляли с помощью специального фотооптического датчика (в виде прищепки), который крепили на дистальную фалангу указательного пальца правой руки, в положении сидя в течение 5 мин. Показатели снимались в спокойном состоянии (без какого-либо воздействия). При помощи программы на ЭВМ «Eg3-f» в режиме реального времени регистрировали динамику параметров ССС с одновременным построением гистограммы распределения длительности кардиоинтервалов (далее – КИ) [3; 4; 8].

Статистическая обработка выборок КИ в виде функции $x_1(t)$ и $x_2(t) = dx_1/dt$ (в ряде случаев и $x_3(t) = dx_2/dt$) осуществлялась при помощи программного пакета «Statistica 10». Проверка данных на соответствие закону нормального распределения оценивалась на основе вычисления критерия Шапиро – Уилка. Дальнейшие исследования производились методами непараметрической статистики (критерий Манна – Уитни). Одновременно для этих же выборок КИ, был выполнен расчет параметров квазиаттрактора поведения вектора состояния системы $x(t)$ в фазовом пространстве состояний (далее – ФПС), рассчитывали площади S КА (в общем случае объема V_G , так как $x_3 = dx_2/dt$) производился на основе общей формулы $V_G^k = \prod_{i=1}^m D_i^k$, где D_i^k

представляли вариационные размахи по каждой x_i координате) и строили фазовые портреты КА для $x(t)$ КИ, где в качестве функции (первой координаты) $x_1 = x_1(t)$ использовались сами КИ, а вторая фазовая координата $x_2 = x_2(t) = dx_1/dt$ являлась скоростью изменения $x_1(t)$. Определение параметров КА основано на расчетах вариационных размахов Δx для каждой координаты вектора $x(t)$ [6, 7, 12]. Систематизация материала и представленных результатов расчетов выполнялась с применением программного пакета электронных таблиц Microsoft EXCEL.

Результаты исследования. Изначально для 3-возрастных групп испытуемых был выполнен сравнительный статистический анализ динамики параметров ССС коренного и некоренного населения Югры (более чем 300 точек КИ в каждой выборке). Далее производился их анализ с помощью различных методов.

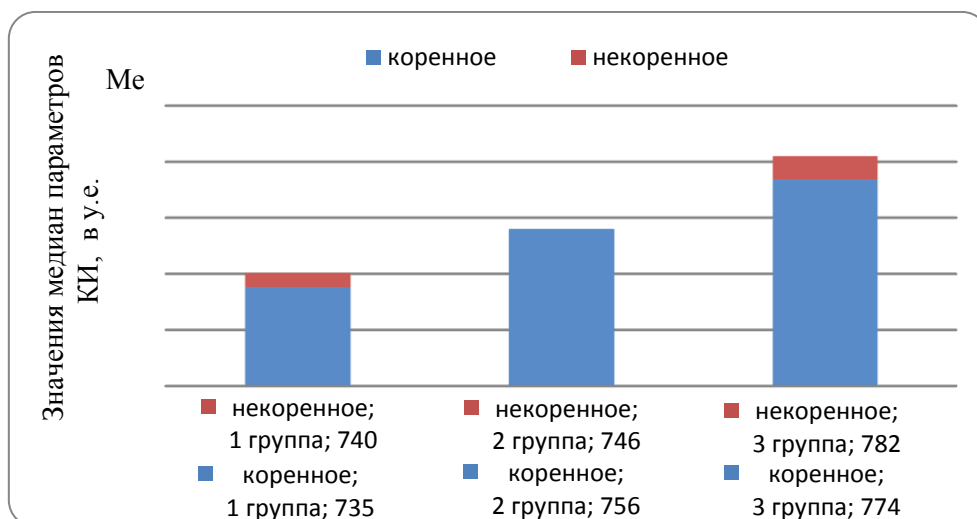
Результаты проверки на нормальность распределения параметров КИ по критерию Шапиро – Уилка показали, что значения КИ имеют непараметрический тип распределения (распределение, отличное от нормального имеет $p < 0,05$) (табл. 1). Следовательно, для построения динамики значения параметров КИ (у представленных возрастных групп) были использованы значения медиан (далее – Me) (рис. 1) и процентиль (5-й и 95-й). Дальнейшие исследования зависимостей производились методами непараметрической статистики (табл. 2).

Таблица 1

Результаты статистической проверки на соответствие закону нормального распределения (с помощью критерия Шапиро – Уилка (*Shapiro – Wilk – W*)) значений параметров КИ у 30 женщин коренного и некоренного населения Югры

Группы	Женщины коренного населения Югры						Женщины некоренного населения Югры					
	W	p	X_{cp}	Процентили %			W	p	X_{cp}	Процентили %		
				50, Me	5, %	95, %				50, Me	5, %	95, %
1	0,9751	0,0118	735	735	639	783	0,9760	0,0291	741	740	640	790
2	0,9469	0,0116	755	756	668	785	0,9711	0,0097	744	746	655	779
3	0,9533	0,0007	771	774	685	795	0,9711	0,0097	778	782	687	806

Примечание: W – критерий Шапиро – Уилка (Shapiro – Wilk) для проверки типа распределения признака; p – достигнутый уровень значимости, полученный в результате проверки типа распределения по критерию Шапиро – Уилка (критическим уровнем значимости принят $p < 0,05$); X_{cp} (в мсек.) – средние арифметические значения; Me – медиана (5 %; 95 %) для описания асимметричных распределений использована медиана, а в качестве мер рассеяния процентили (5-й и 95-й).



**Рис. 1. Динамика значений Me параметров КИ 3
возрастных групп женщин коренного и некоренного населения Югры**

Согласно рис. 1 следует отметить, что у группы женщин коренного и некоренного населения Югры наблюдается устойчивое увеличение значения Me с возрастом (со значения $Me_1 = 735$ у.е. до $Me_3 = 774$ у.е. у коренных жительниц и с $Me_1 = 740$ у.е. до $Me_3 = 782$ у.е. у некоренных). Также все три возрастные группы женщин некоренного населения характеризуется высокими значениями медиан во всех 3-возрастных группах относительно коренного населения Югры. Увеличение RR-интервалов у женщин представленных групп коррелирует с физиологическими стандартными изменениями сердечной мышцы, которые описаны в физиологии старения [1, 10, 11, 12]. Однако статистически достоверных различий при сравнении исследуемых групп получено не было (табл. 2).

Таблица 2

Результаты попарного сравнения средних значений рангов (допустимого уровня значимости параметров КИ, групп женщин коренного с некоренным населением Югры) с помощью критерия Манна – Уитни

Группы сравнения	U	Z	p-уровень
1 с 1	13,50	0,18	0,86
2 со 2	2,00	0,97	0,33
3 с 3	0,00	0,00	1,00

Примечание: U – сумма положительных и отрицательных рангов; наименьшая из двух сумм (независимо от знака) используется для расчета величины Z, по которой рассчитывается уровень значимости критерия; p – достигнутый уровень значимости при попарном сравнении с помощью критерия Манна – Уитни (с измененным критическим уровнем значимости принятым равным $p < 0,05$).

Достоверность межгрупповых различий по параметрам КИ определяли на основе непараметрического критерия Манна – Уитни (табл. 2). Пороговое значение статистической значимости принималось равное $p < 0,05$. Существенно, что при парном сравнении параметров КИ отличий не было выявлено между одинаковыми по возрасту группами коренного и некоренного женского населения Югры. Таким образом, на основе результатов применения методов стохастики установить межгрупповые различия и выявить признаки, по которым возрастные изменения наиболее выражены, затруднительно. В рамках нового подхода в оценке возрастных изменений параметров ССС целесообразно выявлять неопределенность 1-го типа (выборки x_i статистически значимо не различаются). В этом случае целесообразно использовать расчет параметров квазиаттракторов в многомерных фазовых пространствах диагностических признаков x_i организма испытуемых.

Для наглядной оценки различий хаотической динамики параметров КИ 3-возрастных групп женщин выполнены исследования поведения RR-интервалов коренного и пришлого населения Югры методом многомерных фазовых пространств. Для всех полученных КИ были рассчитаны объемы VG квазиаттракторов.

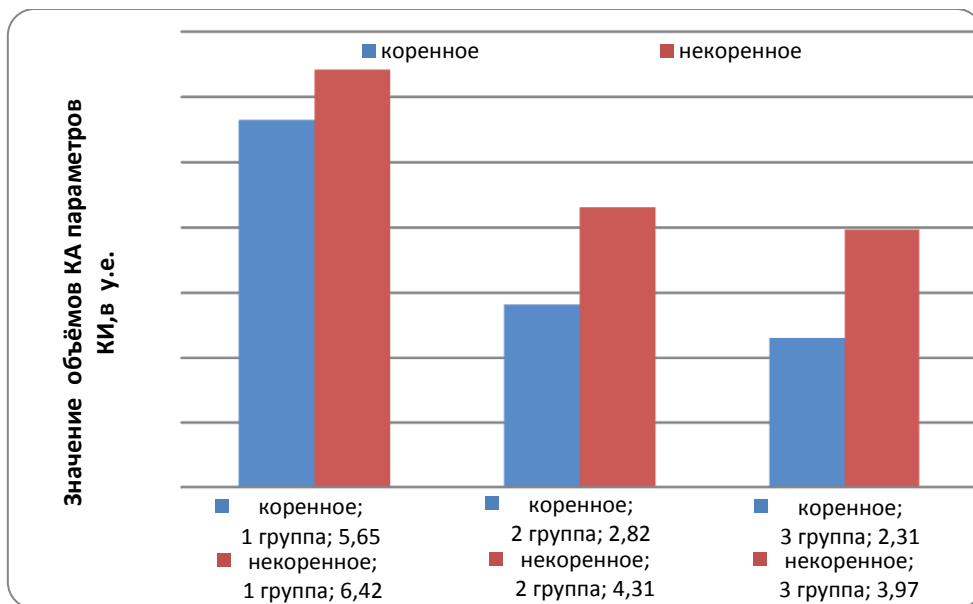


Рис. 2. Значения объемов (V_G) квазиаттракторов параметров КИ женщин 3-возрастных групп коренного и пришлого населения Югры

Для неопределенности 2-го типа мы вводим понятие квазиаттрактора, который в простейшем случае (для $x_1(t)$ и $x_2(t) = dx_1/dt$) имеет вид некоторого прямоугольника площадью S и со сторонами Δx_1 и Δx_2 – вариации (здесь $S = \Delta x_1 \times \Delta x_2$). Внутри такого КА вектор $x(t)$ (в этом случае $x(t) = (x_1, x_2)T$) совершает непрерывное и хаотическое движение. За счет самоорганизации систем 3-го типа (далее – СТТ) (гомеостатических систем) сам вектор $x(t)$ не может выйти за пределы этой площади S , но внутри S движение $x(t)$ не несет никакой информации, оно хаотично.

На рис. 2 представлены количественные характеристики параметров КА коренного и некоренного населения Югры в виде функций V_G (значения объемов КА). Из рисунка видно, что две представленные возрастные группы находятся изначально в разном гомеостатическом регулировании функций, соответственно движение параметров КИ в m -мерном ФПС будет различаться.

Заключение. Статистический анализ параметров КИ трех возрастных групп женщин коренного и некоренного населения Югры демонстрирует определенную статистическую закономерность: образуются выборки с непараметрическим типом распределения, которые статистически достоверно не различаются между представленными возрастными группами. Методы системного синтеза параметров КИ у испытуемых в многомерном фазовом пространстве состояний (в сочетании с традиционными статистическими методами) обеспечивают получение объективной информации о функциональном состоянии организма человека, проживающего на Севере РФ.

Таким образом, методы ТХС могут демонстрировать не только различие гомеостазов H_1 и H_2 для одного и того же человека (при патогенезе – H_1 или саногенезе – H_2), но и для целой группы (отдельной группы) обследуемых ($H_1 \neq H_2$) [3, 9, 10]. Подчеркнем, что речь идет о статистических совпадениях разных гомеостазов ($H_1 \neq H_2$), но с позиции стохастичности различий нет, т. е. возникает неопределенность 1-го типа, когда стохастика не работает, а ТХС показывает различия.

Литература

1. Агаджанян Н. А. Адаптационная и этническая физиология: продолжительность жизни и здоровья человека. М. : РУДН, 2009. 34 с.
2. Гавриленко Т. В., Еськов В. М., Хадарцев А. А., Химикова О. И., Соколова А. А. Новые методы для геронтологии в прогнозах долгожительства коренного населения Югры // Успехи геронтологии. 2014. Т. 27, № 1. С. 30–36.
3. Григоренко В. В., Еськов В. М., Лысенкова С. А., Микшина В. С. Алгоритм автоматизированной диагностики динамики возрастных изменений параметров сердечно-сосудистой системы при нормальном старении в оценке биологического возраста // Системный анализ и управление в биомедицинских системах. 2017. Т. 16, № 2. С. 357–362.
4. Еськов В. В., Филатова О. Е., Гавриленко Т. В., Химикова О. И. Прогнозирование долгожительства у российской народности ханты по хаотической динамике параметров сердечно-сосудистой системы // Экология человека. 2014. № 11. С. 3–8.
5. Еськов В. М., Назин А. Г., Русак С. Н., Филатова О. Е., Хадарцева К. А. Системный анализ и синтез влияния динамики климато-экологических факторов на заболеваемость населения Севера РФ // Вестник новых медицинских технологий. 2008. Т. 15, № 1. С. 26–29.
6. Еськов В. М., Еськов В. В., Филатова О. Е., Хадарцев А. А. Особые свойства биосистем и их моделирование // Вестник новых медицинских технологий. 2011. Т. 18, № 3. С. 331–332.
7. Еськов В. М., Еськов В. В., Гавриленко Т. В., Вохмина Ю. В. Кинематика биосистем как эволюция: стационарные режимы и скорость движения сложных систем – complexity // Вестник Московского университета. Серия 3: Физика. Астрономия. 2015. № 2. С. 62–73.
8. Карпин В. А., Филатова О. Е., Солтыс Т. В., Соколова А. А., Башкатова Ю. В., Гудков А. Б. Сравнительный анализ и синтез показателей сердечно-сосудистой системы у представителей арктического и высокогорного адаптивных типов // Экология человека. 2013. № 7. С. 3–9.
9. Мирошниченко И. В., Башкатова Ю. В., Филатова Д. Ю., Ураева Я. И. Эффект Еськова-Филатовой в регуляции сердечно-сосудистой системы – переход к персонифицированной медицине // Вестник новых медицинских технологий. 2018. Т. 25, № 2. С. 200–208.
10. Eskov V. M., Khadartsev A. A., Eskov V. V., Vokhmina J. V. Chaotic dynamics of cardio intervals in three age groups of indigenous and nonindigenous populations of Ugra // Advances in Gerontology. 2016. Vol. 6, № 3. P. 191–197.
11. Gavrilenko T. V., Es'kov V. M., Khadartsev A. A., Khimikova O. I., Sokolova A. A. The new methods in gerontology for life expectancy prediction of the indigenous population of Yugra // Advances in gerontology. 2014. Vol. 27, № 1. P. 30–36.
12. Leonov B. I., Grigorenko V. V., Eskov V. M., Khadartsev A. A., and Ilyashenko L. K. Automation of the Diagnosis of Age-Related Changes in Parameters of the Cardiovascular System // Biomedical Engineering. 2018. Vol. 52, № 3. P. 210–214.

УДК 547.972

Остроушко Ю. В., Каримов А. М., Ботиров Э. Х.

ФЛАВОНГЛЮКОЗИДЫ НАДЗЕМНОЙ ЧАСТИ *SCUTELLARIA COMOSA* BRIQ

Растения рода *Scutellaria L.* – шлемник (семейство Lamiaceae) используются в народной медицине и являются источником флавоноидов, обладающих ценными фармакологическими свойствами. Статья посвящена фитохимическому изучению флавоноидов надземной части *Scutellaria comosa* Juz. (шлемник хохлатый). Из этанольного экстракта выделены 4 флавоноида. На основании результатов химических превращений данных УФ-, ¹H-, ¹³C-ЯМР и масс-спектров, полученные соединения идентифицированы с 7-О-β-D-глюкопиранозидами skutеллареина, норвогонина, гиполаетина и изоскутеллареина.

Ключевые слова: *Scutellaria comosa* Juz. Lamiaceae, гликозиды флавонов.

Растения рода *Scutellaria* L. – шлемник (семейство Lamiaceae) на земном шаре представлены 360 видами, широко распространенными в умеренных, субтропических и тропических регионах, включая Европу, Северную Америку и Восточную Азию [1–3]. К настоящему времени исследованы флавоноиды более 60 видов *Scutellaria*, из которых выделены и идентифицированы около 330 веществ, относящихся к флавонам, флаванонам, флавонолам, флаванололам, халконам, изофлавонам, флаволигнанам, бифлавоноидам и этот список постоянно пополняется новыми веществами [2–4]. Биологическая активность флавоноидов *Scutellaria* L. обусловила непрекращающийся интерес к этой теме и возрастающее число научных публикаций. С целью поиска новых биологически активных соединений и их доступных источников нами проводится систематическое исследование флавоноидов растений рода *Scutellaria* L.

Из надземной части и корней *S. comosa* Juz. (шлемник хохлатый) выделено 18 флавоноидов, в основном производные флавона и флаванона [4–8]. Изучен состав неполярных компонентов надземной части и корней *S. comosa* Juz. [9]. Продолжая данное исследование нами изучены флавоноиды надземной части *S. comosa* Juz., собранные в период массового цветения (01. 05. 2015 г.) в предгорной местности селения Гова Чустского района Наманганской области Республики Узбекистан.

Измельченное воздушно-сухое растительное сырье экстрагировали при 65–70 °С 93 %-ным этанолом 6 раз, объединенный экстракт упаривали в вакууме, разбавили водой, промывали хлороформом для удаления липофильных соединений. Выпавший при охлаждении очищенного экстракта осадок отделили и хроматографировали на колонке с сефадексом LH-20 в 96 %-ном этаноле. Из отдельных элюатов выделили флавоноиды 1-4.

Пятна флавоноидов 2-4 на пластинках силифола при хранении приобретают коричневый оттенок и дают положительную госсипетоновую реакцию с п-бензохиноном, что указывает на наличие в составе их молекул фенольных гидроксильных групп в положениях С-5 и С-8.

Флавоноид 1 C₂₁H₂₀O₁₁, т.пл. 193-195 °С, УФ-спектр (λ_{max}, этанол): 288, 337 нм; +CH₃COONa 290, 340; ПМР спектр (400 МГц, ДМСО-d₆, δ, м. д., J/Гц): 5,08 (1H, д, 5,9 Гц, H-1"), 6,83 (1H, с, H-3), 6,97 (2H, д, 8,8 Гц, H-3', H-5'), 7,04 (1H, с, H-8), 7,95 (2H, д, 8,8 Гц, H-2', H-6'), 8,56 (1H, с, 6-OH), 10,40 (1H, с, 4'-OH), 12,75 (1H, с, 5-OH). При кислотном гидролизе флавоногликозида 1 получили скутеллареин и D-глюкозу. Флавоноид 1 идентифицировали с скутеллареин 7-O-β-D-глюкопиранозидом [4, 5, 10].

Флавоноид 2 состава C₂₁H₂₀O₁₀, т.пл. > 275 °С (с разл.), УФ-спектр (λ_{max}, метанол): 279, 350 (перегиб) нм. ПМР-спектр (400 МГц, ДМСО-d₆, δ, м.д., J/Гц): 3,07–3,48 (4H, м, H-2"- H-5"), 3,65 (2H, м, 2H-6"), 4,61 (1H, т, 5,8 Гц, 6"-OH), 4,90 (1H, д, 7,4 Гц, H-1"), 5,06 (1H, д, 5,3 Гц, 2"-OH), 5,11 (1H, д, 4,7 Гц, 3"-OH), 5,35 (1H, д, 3,9 Гц, 4"-OH), 6,62 (1H, с, H-3), 6,98 (1H, с, H-6), 7,56 (3H, м, H-3',4',5'), 8,08 (2H, дд, 2,1 и 8,2 Гц, H-2',6'), 8,64 (1H, уш.с, 8-OH), 12,19 (1H, с, 5-OH).

В результате ферментативного гидролиза флавоноида 2 β-гликозидазой получили норвогонин и D-глюкозу. Непосредственным сравнением с подлинным образцом флавоноид 2 идентифицировали с норвогонин 7-O-β-D-глюкопиранозидом [4, 5, 11].

Флавоноид 3 состава C₂₁H₂₀O₁₂ с т.пл. 263–265 °С, [α]_D -63,4 ° (с 0,2; ацетон), УФ-спектр (λ_{max}, метанол): 257 (пл.), 278, 306, 337 нм; +NaOAc 258, 277, 337; +NaOAc+H₃BO₃ 267, 380; +NaOMe 267, 344, 392; ИК-спектр (ν_{max}, KBr, см⁻¹): 3389, 3361, 3285 (ОН-группы), 1656 (C=O γ-пирона) 1618 (аромат. C=C-связи), 1097, 1082, 1049 (C-O гликозидов).

ПМР-спектр (400 МГц, ДМСО-d₆, δ, м.д., J/Гц): 3,09 – 3,47 (4H, м, H-2"- H-5"), 3,67 (2H, м, 2H-6"), 4,64 (1H, уш. с, 6"-OH), 4,88 (1H, д, 7,6 Гц, H-1"), 5,09 (1H, уш. с, 2"-OH), 6,68 (1H, с, H-6), 6,58 (1H, с, H-3), 6,85 (1H, д, 8,4 Гц, H-5'), 7,42 (1H, дд, 2,3 и 8,4 Гц, H-6'), 7,44 (1H, д, 2,3 Гц, H-2'), 12,34 (1H, с, 5-OH) (рис. 1).

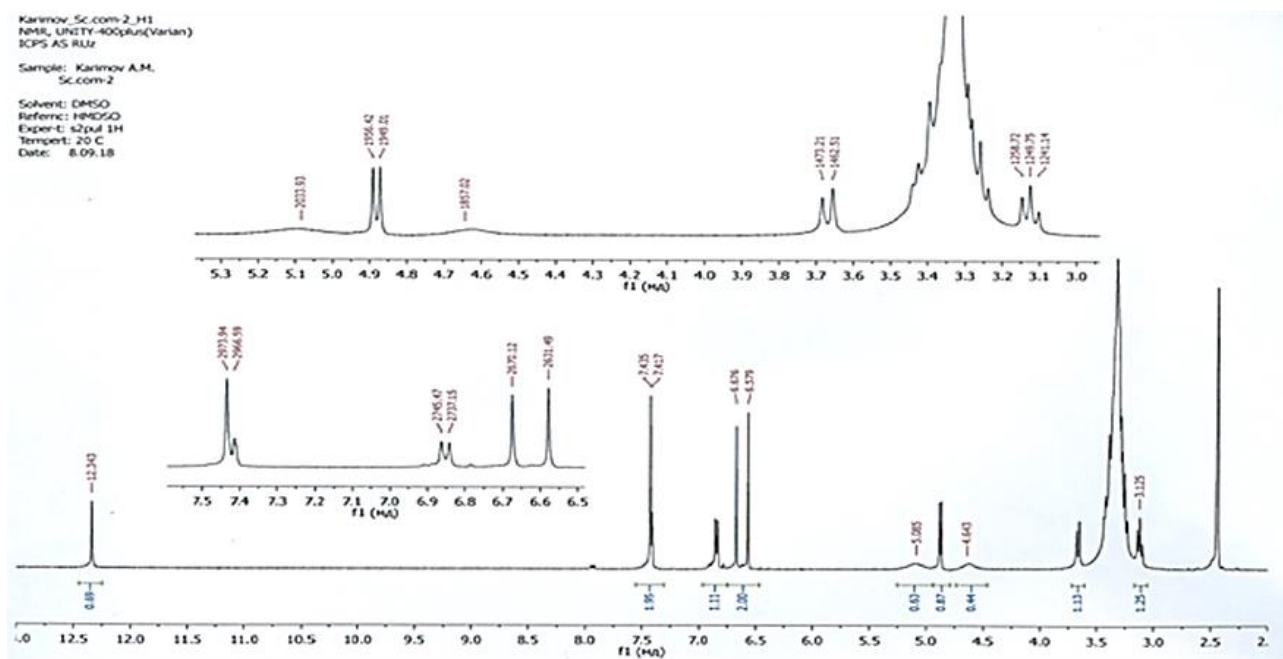


Рис. 1. ПМР-спектр флавоноида 3

В результате ферментативного гидролиза флавоноида 1 β -гликозидазой получили гиполаетин (5, 7, 8, 3', 4' – пентагидроксифлавоон) состава $C_{15}H_{10}O_7$, т.пл. 286–290 °С, λ_{max} 256, 284, 344 нм [12, 13] и D-глюкозу.

^{13}C ЯМР-спектр (100 МГц, ДМСО- d_6 , δ , м.д.): 182,32 (C-4), 164,26 (C-2), 152,35 (C-5), 151,13 (C-7), 149,88 (C-4'), 145,72 (C-9), 144,32 (C-3'), 126,95 (C-8), 121,62 (C-1'), 119,25 (C-6'), 116,04 (C-5'), 113,55 (C-2'), 105,19 (C-10), 102,69 (C-3), 101,30 (C-1''), 98,60 (C-6), 77,31 (C-5''), 75,70 (C-3''), 73,23 (C-2''), 69,70 (C-4''), 60,67 (C-6''). Сравнительным изучением спектров ^{13}C ЯМР гликозидов гиполаетина [14,15] и флавоноида 1 установлено, что последний является гиполаетин 7-O- β -D-глюкопиранозидом [12,13]. Гиполаетин 7-O- β -D-глюкопиранозид ранее был выделен из растений *Juniperus macropoda* и *Caryopteris mongolica* [12, 13]. Спектр ^{13}C ЯМР соединения 1 публикуется впервые. Гликозиды гиполаетина обладают противовоспалительным, антиоксидантным и противоязвенными свойствами [16].

Флавоноид 4 состава $C_{21}H_{20}O_{11}$ с т.пл. >300 °С (с разл.) $[\alpha]_D - 19.2^\circ$ (с 0,10, 60 % этанол); УФ-спектр (λ_{max} , метанол): 279, 309, 329 (пл.), 363 (пл.) нм.

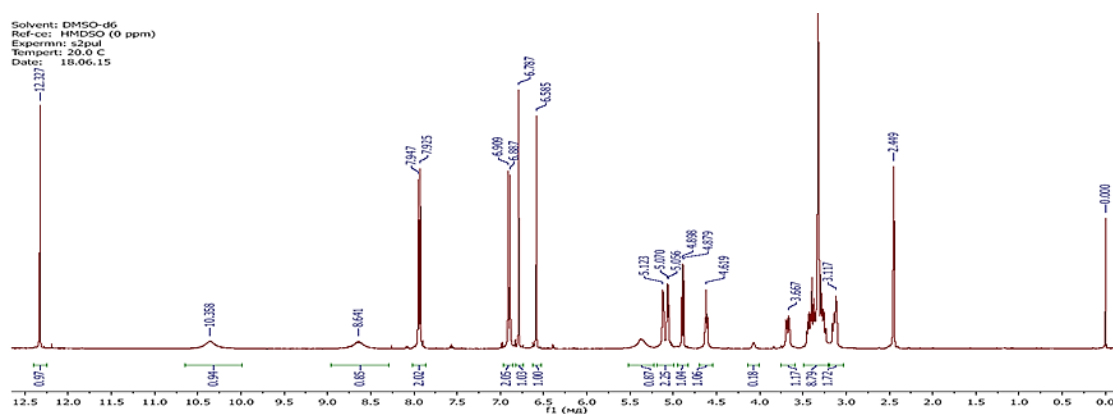


Рис. 2. ПМР-спектр флавоноида 4

ПМР-спектр (400 МГц, ДМСО- d_6 , δ , м.д., J/Гц): 3,10–3,49 (4H, м, H-2''- H-5''), 3,66 (1H, дд, 5,3 и 11.1 Гц, H-6''), 3,69 (1H, м, H-6''), 4,63 (1H, т, 5.8 Гц, 6''-ОН), 4,89 (1H, д, 7,2 Гц,

H-1"), 5,08 (1H, д, 5,4 Гц, 2"-ОН), 5,12 (1H, д, 4,6 Гц, 3"-ОН), 5,36 (1H, уш.с, 4"-ОН), 6,58 (1H, с, H-3), 6,79 (1H, с, H-6), 6,89 (2H, д, 8,8 Гц, H-3'5'), 7,94 (2H, д, 8,8 Гц, H-2', 6'), 8,68 (1H, уш.с., 8-ОН), 10,35 (1H, уш.с, 4'-ОН), 12,33 (1H, с, 5-ОН) (рис. 2).

В результате ферментативного гидролиза флавоноида 4 β-гликозидазой получили изоскутеллареин (5, 7, 8, 4' – тетрагидроксифлавоноид) [4, 5] и D-глюкозу. На основании изложенных данных флавоноид 2 идентифицировали с изоскутеллареин 7-O-β-D-глюкопиранозидом [11, 12]. Флавоноиды 1, 2 и 4 впервые выделены из *S. comosa*, флавоноид 3 в растениях рода *Scutellaria L.* ранее не был обнаружен.

Литература

1. Флора Узбекистана. Ташкент : Изд. АН УзССР, 1961. Т. 5. С. 270.
2. Растительные ресурсы СССР. Цветковые растения, их химический состав, использование. Семейства Hippuridaceae-Lobeliaceae. С-Пб. : Наука, 1991. С. 85.
3. Shang X., He X., He X., Li M., Zhang R., Fan P., Zhang Q., Jia Z. J. *Ethnopharmacol.* 2010. Vol. 128. P. 279.
4. Каримов А. М., Ботиров Э. Х., Маматханов А. У., Сагдуллаев Ш. Ш.. Флавоноиды растений рода *Scutellaria L.* Ташкент : Fan va texnologiya, 2016. 180 с.
5. Karimov A. M., Botirov E. Kh. Structural Diversity and State of Knowledge of Flavonoids of the *Scutellaria L.* Genus // *Russian J. Bioorg. Chem.* 2017. Vol. 43 (7). P. 691.
6. Yusupova B., Atazhanov R., Toshmatov I., Abdullaev Sh., Litvinenko V., Flavonoids of the roots of *Scutellaria comosa* // *Chem. Nat. Compd.* 1995. Vol. 31. P. 144.
7. Yuldashev M. P., Botirov E. Kh., Malikov V. M. Flavonoids of the epigeal part of *Onobrychis arenaria* // *Chem. Nat. Compd.* 1996. Vol. 32. P. 592.
8. Yuldashev M. P. Flavonoids of the epigeal part of *Scutellaria comosa* // *Chem. Nat. Compd.* 1999. Vol. 35. P. 212.
9. Karimov A. M., Drenin A. A., Vasina N. A., Botirov E. Kh. GC-MS Study of Nonpolar Constituents from *Scutellaria comosa* // *Chem. Nat. Compd.* 2015. Vol. 51. P. 1188.
10. Yuldashev M. P. // *Chem. Nat. Compd.* 2001. Vol. 37. P. 428.
11. Karimov A. M., Botirov E. Kh. 7-O-Glucosides of Norwogonin and Isoscutellarein from the Aerial Part of *Scutellaria adenostegia* // *Chem. Nat. Compd.* 2016. Vol. 52. P. 907.
12. Buckingham J., Ranjit V., Munasinghe N. *Dictionary of Flavonoids*, Boca Raton : CRC Press Taylor & Francis Group. 2015. P. 623–624.
13. Zapesochnaya G. G., Pangarova T. T. *Chem. Nat. Compd.* 1973. Vol. 9. P. 521.
14. Ko J. H., Nam Y. H., Joo S.W., Kim H.G., Lee Y.G., Kang T. H., Baek N. I. *Molecules.* 2018. Vol. 23. P. 833.
15. Sendker J., Böker I., Lengens I., Brandt S., Jose J., Stark T., Hofmann T., Fink C., Abdel-Aziz H., Hensel A. J. *Nat. Prod.* 2017. Vol. 80. P. 290.
16. Villar A., Gasco M. A., Alcaraz M. J. Anti-inflammatory and anti-ulcer properties of hypolaetin-8-glucoside, a novel plant flavonoid *J.Pharm Pharmacol.* 1984. Vol. 36 (12). P. 820.

УДК 61

Филатова Д. Ю., Срыбник М. А., Виленский М. М.

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ ОРГАНИЗМА ДЕТСКО-ЮНОШЕСКОГО НАСЕЛЕНИЯ В УСЛОВИЯХ АДАПТАЦИИ К ЖИЗНИ НА СЕВЕРЕ ХМАО – ЮГРЫ

На сегодняшний день установлено, что суровый северный климат, условия определяются как правило, не только преждевременным старением каждого организма человека, а также обуславливается мгновенной потерей работоспособности, что в результате приводит к сокращению среднего срока жизни человека на Севере ХМАО – Югры. Северные экологические, а также антропогенные факторы влияют на формирование экстремального фона для функциональных систем организма и связанного с ним здоровья человека.

Ключевые слова: функциональные системы организма, Север, здоровье, адаптация, гомеостаз.

Известно, что из многочисленных литературных данных по вопросам адаптации к жизни на Севере ХМАО – Югры напряжение функциональных систем организма (далее – ФСО) человека в целом выражаются в особенностях проявления работы показателей сердечно-сосудистой системы (далее – ССС), которые, как правило, безусловно задействованы в процессах адаптации и вследствие чего направлены на формирование приспособительных реакций гомеостаза под воздействием суровых экологических факторов, оказывающих влияние на состояние здоровья индивидуума [1–10].

Хотелось бы отметить, что исследования выдающихся ученых показывают, что здоровье пришлого населения (проживают не более 5 лет на Севере ХМАО – Югры), безусловно, отличается от нормы, в отличие от коренных жителей.

В результате, коренные представители Севера ХМАО – Югры являются «эталонном» приспособляющимся к местным экологическим и антропогенным факторам (в первую очередь суровый климат), в итоге у данной группы людей выработался ряд приспособлений, который закреплен генетически и соответственно передается по наследству из поколения в поколение, что особо не скажешь про представителей пришлого населения.

Если рассматривать вопрос развития организма человека в целом в вопросе адаптации к условиям проживания на Севере ХМАО – Югры, то возникает определенная специфика, которая оказывает влияние на формирование и развитие любой ФСО, а именно нервно-мышечной системы (далее – НМС) и сердечно-сосудистой системы (далее – ССС) как по отдельности, так и в совокупности. Также стабильность и надежность работы организма человека во многом зависят от устойчивости организма к неблагоприятным факторам – условиям внешней среды и стрессовым воздействиям со стороны психофизиологических функций самого человека. Таким образом, резкие изменения экологических условий у жителей Севера ХМАО – Югры оказывают выраженное влияние на все ФСО у человека в любом возрасте, особенно на работу ССС и НМС, что в результате, существенно влияет на жизненно важные процессы, происходящие в организме человека. Для человека, который проживает на Севере ХМАО – Югры не более 5 лет, ФСО сопровождаются ранними проявлениями неблагоприятных воздействий факторов среды [3–5, 7].

В целом, также можно отметить, что такие факторы как экологические и антропогенные, формируют экстремальный фон для ФСО человека любого возраста и связанного с ним здоровья самого человека и потомства в дальнейшем.

Из вышеизложенного появляется необходимость более подробно рассматривать и прогнозировать на индивидуальном, а также популяционном уровне состояние ФСО, проживающего на Севере ХМАО – Югры.

Целью данного исследования является: оценка состояния ФСО пришлого и коренного детско-юношеского населения к условиям ХМАО – Югры.

В исследовании приняли участие около 300 человек – учащиеся СОШ № 4 города Сургута (пришлое население) и учащиеся Русскинской национальной средней общеобразовательной школы-интерната (коренное население). Сравнимые группы обследуемых были поделены по полу (девушки и юноши) и по возрасту на следующие возрастные подгруппы: от 7 до 10 лет – младшее звено (включительно); от 11 до 14 лет – среднее звено (включительно); от 15 до 17 лет – старшее звено (включительно). В каждую возрастную подгруппу входило по 25 человек.

Анализ variability сердечного ритма (далее – ВСР) проводился на основе данных, полученных методом вариационной пульсометрии, регистрируемых с помощью пульсоксиметра «Элокс-01» с соответствующим программным обеспечением. Статистическая обработка данных производилась с использованием программы Statistica 6.1. и обрабатывалась с помощью программы Microsoft Excel.

Для анализа всего использовались 13 параметров ВСР, а именно:

x_1 – *SIM* – показатель активности симпатического отдела вегетативной нервной системы (далее – ВНС), у.е.;

x_2 – *PAR* – показатель активности парасимпатического отдела, у.е.;

x_3 – *SDNN* – стандарт отклонения измеряемых кардиоинтервалов, мс;

x_4 – *INB* – индекс напряжения (по Р.М. Баевскому);

x_5 – *SSS* – число ударов сердца в минуту;

x_6 – *SpO₂* – уровень оксигенации крови (уровень оксигемоглобина);

x_7 – *VLF* – спектральная мощность очень низких частот, мс²;

x_8 – *LF* – спектральная мощность низких частот, мс;

x_9 – *HF* – спектральная мощность высоких частот, мс²;

x_{10} – *Total* – общая спектральная мощность, мс²;

x_{11} – *LFnorm* – низкочастотный компонент спектра в нормализованных единицах;

x_{12} – *HFnorm* – высокочастотный компонент спектра в нормализованных единицах;

x_{13} – *LF/HF* – отношение низкочастотной составляющей к высокочастотной.

Наряду с использованием метода множественных сравнений по критерию Ньюмана – Кейлса (так как разные группы выборок) и попарном сравнение выборок, нами использовался метод многомерного анализа, основанный на расчете межкластерных расстояний с использованием программы Statistica 6.1.

Результаты и их обсуждение. Расчет матриц парных сравнений выборок испытуемых по всем группам как представителей коренного, так и представителей пришлого населения представлен в табл. 1.

Таблица 1

**Парное сравнение выборок 15-ти кардиоинтервалов
испытуемых всех групп по критерию Ньюмана – Кейлса**

Группы, возраст		Число совпадений выборок КИ у учащихся СОШ № 4 города Сургута (пришлое население)	Число совпадений выборок КИ у учащихся Русскинской национальной СОШ интерната (коренное население)
Представительницы женского пола	7–10 лет	13	19
	11–14 лет	21	22
	15–17 лет	19	20
Представители мужского пола	7–10 лет	17	22
	11–14 лет	16	20
	15–17 лет	12	18

В качестве примера представлены результаты обработки данных значений младшего звена (девочки младшей возрастной группы) в виде матрицы (15×15) кардиоинтервалов по критерию Ньюмана – Кейлса учащихся СОШ № 4 города Сургута и учащихся Русскинской национальной СОШ интерната (табл. 2 и 3).

Таблица 2

Матрица парного сравнения 15-ти кардиоинтервалов младшего звена 7–10 лет (девочки) учащихся в СОШ № 4 г. Сургута при повторных экспериментах ($k = 13$) по критерию Ньюмана – Кейлса

	1 R:3866.3	2 R:3403.2	3 R:3006.9	4 R:880.73	5 R:3744.4	6 R:1284.9	7 R:2616.7	8 R:3043.9	9 R:351.94	10 R:1629.7	11 R:2503.3	12 R:2886.7	13 R:1014.5	14 R:1436.3	15 R:2088.0
1		0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0,00		0,02	0,00	0,14	0,00	0,00	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3	0,00	0,02		0,00	0,00	0,00	0,02	1,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00
4	0,00	0,00	0,00		0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00
5	1,00	0,14	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00		0,00	0,00	0,00	0,12	0,00	0,00	1,00	1,00	0,00
7	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00		0,01	0,00	0,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00
8	0,00	0,07	1,00	0,00	0,00	0,00	0,01		0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00
9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,12	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	1,00	0,00
11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00		0,03	0,00	0,00	0,01
12	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,03		0,00	0,00	0,00
13	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,01	0,00
14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,01		0,00
15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	

Таблица 3

Матрица парного сравнения 15-ти кардиоинтервалов младшего звена 7–10 лет (девочки) учащихся в Рускинской национальной СОШ интерната при повторных экспериментах ($k = 19$) по критерию Ньюмана – Кейлса

	1 R:3866.3	2 R:3403.2	3 R:3006.9	4 R:880.73	5 R:3744.4	6 R:1284.9	7 R:2616.7	8 R:3043.9	9 R:351.94	10 R:1629.7	11 R:2503.3	12 R:2886.7	13 R:1014.5	14 R:1436.3	15 R:2088.0
1		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,16	0,00	0,00	0,10	0,00
2	0,00		0,03	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3	0,00	0,03		0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
4	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5	0,00	0,01	1,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,71	0,00	0,00	0,02	0,00	0,06	1,00	0,00	0,00
7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,71		0,00	0,00	1,00	0,00	1,00	1,00	0,00	0,00
8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00
9	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00
10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	1,00	0,00	0,00		0,07	1,00	0,10	0,12	0,00
11	0,16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,07		0,02	0,00	1,00	0,00
12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06	1,00	0,00	0,00	1,00	0,02		0,28	0,04	0,00
13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,10	0,00	0,28		0,00	0,00
14	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,12	1,00	0,04	0,00		0,00
15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	

Результаты обработки данных у пришлого населения младшего звена (девушки – младшей возрастной группы) и старшего звена (юноши – старшая возрастная группа) показали уменьшение числа совпадений выборок кардиоинтервалов (далее – КИ), $k = 13$ и $k = 12$ соответственно, что свидетельствует о недостаточной сформированности у них адаптационных механизмов. В результате чего, это может говорить о существенном напряжении регуля-

торных процессов и степени рассогласования параметров ФСО [1, 4, 9]. В отличие от выборок испытуемых у среднего звена (девушки) и младшего звена (юноши) показал увеличение числа совпадений выборок КИ $k = 21$ и $k = 17$, это свидетельствует о стабилизирующем влиянии адаптационных механизмов на группы испытуемых.

Как уже было выше изложено, коренные жители Севера ХМАО – Югры, иначе их еще называют «русские поморы» и аборигены ХМАО – Югры, т. е. северные народности, имеют существенные отличия от пришлого населения и данное утверждение демонстрирует в нашем случае парное сравнение выборок КИ испытуемых. Первая группа имеет естественную адаптацию к внешним факторам окружающей среды, в результате чего мало подвержены стрессу и преждевременному старению [6, 8]. Таким образом, проживание в экстремальных условиях Севера ХМАО – Югры приводит к развитию скрытой или явной патологии со стороны ССС и НМС при отсутствии генетически закрепленных механизмов адаптации к суровым климатическим природным факторам.

Вывод. Нервно-мышечная система в онтогенезе является одной из наиболее уязвимых функциональных систем организма человека, на которую оказывают существенное влияние суровые экологические факторы среды Севера ХМАО – Югры, так как проживание на данных территориях откладывает определенный отпечаток на работу различных функциональных систем организма человека в целом [7]. У учащихся Югории работа нервно-мышечной и кардио-респираторной систем особенно подвержена изменениям и стрессу. Вышеперечисленные особенности связаны с хронической гипокинезией и действием ряда суровых экологических факторов на формирование и развитие НМС и КРС в предпубертатный, пубертатный и постпубертатный периоды жизни человека, что особо значимо для наших исследований касаясь детско-юношеское население [6, 10].

Используемый метод оценки хаотической динамики кардиоинтервалов (эффект Еськова – Зинченко) [1], с помощью метода матриц парных сравнений выборок или у одного человека или у группы испытуемых (что мы и демонстрируем в настоящей работе на примере пришлого и коренного детско-юношеского населения), позволяет давать обоснование и критерии оценки различий между стохастической и хаотической динамикой поведения параметров кардио-респираторной системы человека в целом.

Литература

1. Еськов В. М., Эльман К. А., Срыбник М. А., Глазова О. А. Возрастные изменения сердечно-сосудистой системы пришлого детско-юношеского населения Югры // Сложность. Разум. Постнеклассика. 2017. № 4. С. 5–12.
2. Мирошниченко И. В., Прохоров С. В., Эльман К. А., Срыбник М. А. Сравнительный анализ хаотической динамики показателей сердечно-сосудистой системы пришлого детско-юношеского населения Югры // Вестник новых медицинских технологий. 2018. Т. 25, № 1. С. 154–160.
3. Мирошниченко И. В., Эльман К. А., Срыбник М. А., Глазова О. А. Динамика параметров квазиаттракторов детско-юношеского населения Югры в аспекте возрастных изменений // Клиническая медицина и фармакология. 2017. Т. 3, № 4. С. 17–21.
4. Срыбник М. А., Эльман К. А., Волохова М. А., Проворова О. В. Матрицы парных сравнений выборок коренного детско-юношеского населения Югры // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2017. № 4. С. 64–70.
5. Филатова Д. Ю., Горбунов Д. В., Эльман К. А., Ворошилова О. М. Теорема Глендсдорфа-Пригожина в оценке параметров кардиоинтервалов школьников при широтных перемещениях // Вестник новых медицинских технологий. 2016. Т. 23, № 1. С. 24–30.
6. Филатова Д. Ю., Эльман К. А., Срыбник М. А., Глазова О. А. Сравнительный анализ хаотической динамики параметров кардио-респираторной системы детско-юношеского населения Югры // Сложность. Разум. Постнеклассика. 2017. № 1. С. 12–18.

7. Филатова Д. Ю., Эльман К. А., Срыбник М. А., Глазова О. А., Волохова М. А. Матрицы парных сравнений выборок в оценке хаотической динамики параметров кардиоритма детско-юношеского населения Югры // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2017. № 2. С. 75–80.

8. Эльман К. А., Срыбник М. А., Глазова О. А., Горбунов Д. В. Оценка параметров кардиоинтервалов детско-юношеского населения Югры в аспекте теории хаоса-самоорганизации // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2017. № 3. С. 16–21.

9. Эльман К. А., Срыбник М. А., Глазова О. А., Прасолова А. А. Оценка состояния функциональных систем организма пришлого детско-юношеского населения в условиях ХМАО – Югры // Сложность. Разум. Постнеклассика. 2017. № 3. С. 12–18.

10. Эльман К. А., Срыбник М. А., Прасолова А. А., Волохова М. А. Сравнительный анализ функциональных систем организма коренного детско-юношеского населения в условиях Севера // Клиническая медицина и фармакология. 2017. Т. 3, № 3. С. 13–17.

УДК 542.08

Шишкина Ж. Б.

РАЗРАБОТКА И ВНЕДРЕНИЕ МЕТОДИКИ ИЗМЕРЕНИЙ МАССОВОЙ КОНЦЕНТРАЦИИ МЕТАНА И ОКСИДА УГЛЕРОДА ФОТОАКУСТИЧЕСКИМ МЕТОДОМ В АТМОСФЕРНОМ ВОЗДУХЕ С ОТБОРОМ ПРОБ В ПРОБООТБОРНЫЕ ПАКЕТЫ

Представлена разработанная методика измерений массовой концентрации метана и оксида углерода фотоакустическим методом в атмосферном воздухе с предварительным отбором проб воздуха в пробоотборные пакеты и последующим измерением на газоанализаторе.

Ключевые слова: метан, углерод оксид, фотоакустический метод.

Атмосферный воздух является самой важной жизнеобеспечивающей природной средой и представляет собой смесь газов и аэрозолей приземного слоя атмосферы, сложившуюся в ходе эволюции Земли, деятельности человека и находящуюся за пределами жилых, производственных и иных помещений.

Для обеспечения выполнения требований постановлений Правительства Ханты-Мансийского автономного округа – Югры от 23.12.2011 №485-п и Ямало-Ненецкого автономного округа (ЯНАО) от 14.02.2013 №56-П по проведению контроля состояния атмосферного воздуха необходимо определение содержания основных загрязняющих веществ (оксид углерода, метан), включенных в «Перечень загрязняющих веществ, подлежащих обязательному замеру в пробах атмосферного воздуха». Следовательно, контроль должен проводиться по методикам, внесенным в федеральный перечень методик измерений, допущенных к применению при выполнении работ в области мониторинга загрязнения окружающей природной среды, включенным в область аккредитации лаборатории, а также в федеральный информационный фонд аттестованных методик измерений.

Для имеющегося на оснащении оборудования химико-аналитических лабораторий нефтегазодобывающих управлений ПАО «Сургутнефтегаз» (многокомпонентные газоанализаторы утвержденного типа, принцип работы которых основан на фотоакустическом методе) методики измерений с вышеуказанными требованиями отсутствуют.

На сегодняшний день контроль состояния атмосферного воздуха на лицензионных участках ПАО «Сургутнефтегаз» проводится непосредственно на контролируемом объекте,

используя прямые методы для измерения основных загрязняющих веществ (оксид углерода и метан), характерных для промышленных выбросов территорий ХМАО – Югры и ЯНАО. В основном контролируемые объекты труднодоступны, т. е. расположены в лесных массивах и болотистых местностях. В связи с этим возникают трудности при размещении оборудования для выполнения измерений. Помимо этого, контролируемые объекты удалены от помещений лабораторий, в связи с чем до места отбора проб в структурных подразделениях ПАО «Сургутнефтегаз» предусмотрены многочисленные вертолетные облеты, что также затрудняет транспортирование и сохранность измерительного оборудования. Следовательно, целесообразно отбирать пробы воздушной среды в пробоотборные пакеты с последующей доставкой их в лабораторию для выполнения измерений.

Для решения данного вопроса в 2017 году Инженерно-экономическим внедренческим центром ПАО «Сургутнефтегаз» разработана МАЮВ 418319.052 МИ «Методика измерений массовой концентрации метана и оксида углерода фотоакустическим методом в атмосферном воздухе с отбором проб воздуха в пробоотборные пакеты».

Методика разработана для контроля атмосферного воздуха структурных подразделений ПАО «Сургутнефтегаз» при производственном экологическом контроле.

Методика устанавливает комплексную процедуру измерений, включающую в себя стадии отбора пробы воздуха в пробоотборный пакет, хранения, доставки пакета в лабораторию и измерения концентраций метана и оксида углерода газоанализатором.

Для создания соответствующих условий при отборе пробы воздушной среды в пакет необходимо проводить отбор, используя следующую газовую схему (рис. 1):

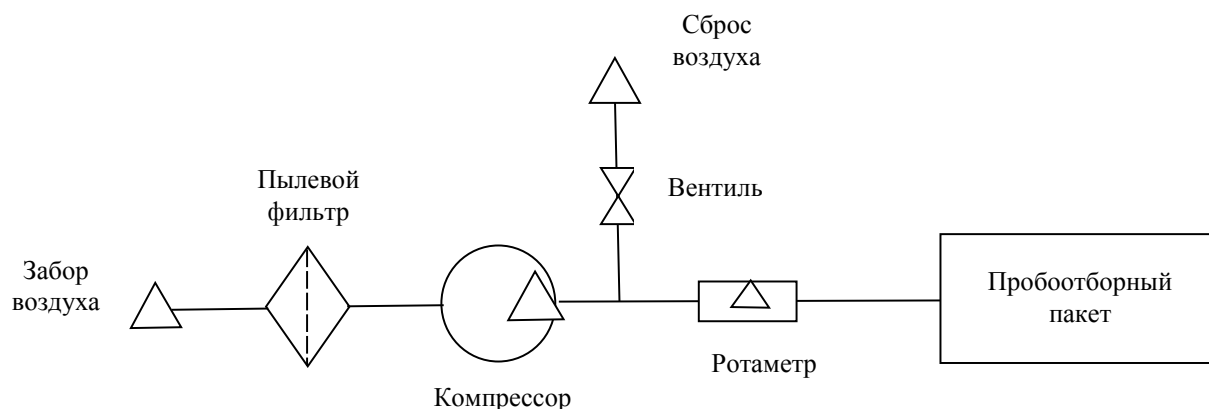


Рис.1. Схема отбора пробы воздуха в пробоотборный пакет

В качестве средств измерений используются газоанализаторы моделей 1302, 1312, 1412, построенные по единому принципу фотоакустического детектирования. Принцип действия основан на способности молекул газовых примесей избирательно поглощать лучистую энергию в характерном для них участке инфракрасного диапазона. Селективность газоанализаторов обеспечивается наличием в приборе поворачивающегося диска с установленными в него оптическими фильтрами и автоматической компенсацией взаимного перекрестного влияния определяемых компонент и влияния водяного пара. Поглощение молекулами лучистой энергии сопровождается появлением акустического сигнала, сила которого пропорциональна концентрации анализируемого газа в газовой смеси. Газоанализатор градуирует по бинарным газовым смесям CH_4/N_2 и CO/N_2 с известными значениями массовой концентрации определяемого компонента.

Особенностями разработанной методики являются:

- максимально длительный срок хранения отобранной пробы воздуха в пробоотборном пакете (до 48 часов), что позволяет вовремя доставить пробу с удаленных объектов исследования к месту проведения измерений;

- отбор проб при отрицательных t °С;
- исключения дополнительных закупок МТР, так как внедрение МАЮВ 418319.052 МИ в ХАЛ нефтегазодобывающих управлений не предполагает дополнительного оснащения средствами измерений (газоанализаторами) и вспомогательным оборудованием (пробоотборные пакеты, универсальные насосы).

Для установления приписанных характеристик погрешности измерений проведен эксперимент по оценке показателей качества методики измерений.

Наработка данных произведена с использованием образцов для оценивания (далее – ОО). В качестве ОО использовали поверочные газовые смеси состава CH_4/N_2 (ГСО 3857-87) и CO/N_2 (ГСО 3799-87) в баллонах высокого давления.

По результатам обработки экспериментальных данных оценены следующие показатели качества методики измерений:

- модуль относительного отклонения показаний от значений массовой концентрации компонента;
- показатель повторяемости измерений;
- контроль состояния пробоотборного пакета;
- показатель точности методики – границы интервала (верхняя, нижняя), в которых погрешность любого из совокупности результатов измерений, получаемых по методике, находится с принятой доверительной вероятностью $P = 0,95$.

Показатель точности методики измерений соответствует требованиям, установленным в «Перечне измерений, относящихся к сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений и выполняемых при осуществлении деятельности в области охраны окружающей среды и обязательных метрологических требований к ним, в том числе показателей точности» (утвержденным Приказом Минприроды от 7 декабря 2012 № 425).

Таблица 1

Показатели качества МАЮВ 418319.052 МИ

Определяемый компонент	Диапазон измерений массовой концентрации компонента, мг/м ³	Показатель точности (границы относительной погрешности при доверительной вероятности $P = 0,95$), %	
		Установленный в МАЮВ 418319.052 МИ	Нормируемый Приказом от 7 декабря 2012 г. №425
Метан	20–500	25	10...25
Углерод оксид	4–50		

Метрологические характеристики методики соответствуют [1] и требованиям Приказа Минприроды от 07.12.2012 № 425.

Достижение требуемой точности измерений (предельно-допустимая погрешность ± 25 %) обеспечиваются следующими факторами:

- применение газоанализатора с пределами допускаемой основной относительной погрешности ± 20 %;
- ограничением интервала значений температуры, в котором применяется газоанализатор;
- проверкой и корректировкой показаний газоанализатора непосредственно перед началом измерений;
- периодическим контролем качества измерений.

Достоверность результатов измерений определяется следующими основными факторами:

- качеством работы газоанализатора, подтверждаемым периодической проверкой в органах Росстандарта, регламентом технического обслуживания прибора в соответствии с указаниями, приведенными в эксплуатационной документации, градуировкой по ПГС перед измерениями;
- состоянием пробоотборного пакета, который должен периодически проходить процедуру тестирования по показателям герметичность и сохранность состава пробы воздуха в пакете при хранении.

Методика аттестована ФГУП «ВНИИМ им. Д. И. Менделеева», выдано свидетельство об аттестации №874/242-(РА.RU.310494) от 28.06.2017.

Методика внесена в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений, регистрационный код методики измерений ФР.1.31.2017.28131.

МАЮВ 418319.052 МИ внедрена в ПАО «Сургутнефтегаз» для производственного экологического контроля.

Литература

1. Охрана природы. Атмосфера. Общие требования к методам определения загрязняющих веществ : ГОСТ 17.2.4.02-81. М. : Изд-во стандартов, 1981. 2 с.
2. Аликбаева Л. А., Бандман А. Л., Ермолаева-Маковская А. П. и др. Вредные вещества в окружающей среде. Кислородсодержащие органические соединения. СПб. : НПО «Профессионал», 2004. Ч 1. 404 с.
3. Бажин Н. М. Метан в атмосфере // Соросов. Образоват. журнал. 2000. Т. 6. № 3. С. 52–57
4. Об обеспечении единства измерений : федер. закон от 26.06.2008 № 102-ФЗ.

УДК 547.972

Янышева Т. Н., Каримов А. М.

ИССЛЕДОВАНИЕ ФЛАВОНОИДОВ НАДЗЕМНОЙ ЧАСТИ *SCUTELLARIA INTERMEDIA*

Статья посвящена фитохимическому изучению флавоноидов надземной части *Scutellaria intermedia* Роров (шлемник средний). Из этилацетатной и н-бутанольной фракций этанольного экстракта выделены 11 флавоноидов. На основании результатов химических превращений, данных УФ-, ¹H-, ¹³C-ЯМР и масс-спектро, в полученные соединения идентифицированы с хризином, ороксимином А, 7-О-метилнорвогонином, 5,7,2'-тригидроксифлавоном, 2(S)-5,7,2'-тригидроксифлаваноном, скутевулином, апигенином, байкалеином, хризин 7-О-β-D-глюкуронидом, вогонин 7-О-β-D-глюкуронидом, байка- лином.

Ключевые слова: *Scutellaria intermedia* Роров, Lamiaceae, флавоны, флаваноны.

С целью поиска новых источников биологически активных соединений и их доступных источников нами проводятся систематическое исследование флавоноидов перспективных видов *Scutellaria* [1–4]. Растения рода *Scutellaria* L. широко используются в народной медицине в течение тысяч лет и являются богатым источником уникальных флавоноидов, обладающих ценными фармакологическими свойствами [5–8]. Экстракты и индивидуальные флавоноиды растений этого рода обладают противоопухолевым, противовирусным, гепатопротекторным, антиоксидантным, противовоспалительным, противосудорожным, антибактериальным и противовирусным свойствами [6, 7, 9, 10]. Объектом настоящего исследования явилась надземная часть растения *Scutellaria intermedia* Роров (шлемник средний), произрастающий на каменистых, щебнистых склонах, скалах и галечниках Западного Тянь-Шаня и Памиро-Алая [11]. Растение собрано в период цветения на предгорной территории Папского района Республики Узбекистан.

В доступной нам литературе отсутствуют сведения об исследовании флавоноидов данного растения.

Воздушно-сухую измельченную надземную часть растения экстрагировали три раза кипящим этанолом. Объединенный экстракт упаривали в вакууме, остаток разбавили водой и

последовательно экстрагировали петролейным эфиром и этилацетатом и *n*-бутанолом. Этилацетатную фракцию хроматографировали на колонке с силикагелем в градиентной системе петролейный эфир-этилацетат. Из отдельных фракций рехроматографированием на колонках с силикагелем и сефадексом LH-20 выделили индивидуальные флавоноиды 1-8. *n*-бутанольную фракцию также хроматографировали на колонке с силикагелем в градиентной системе этилацетат-этанол (90:10 – 70:30). Получили 4 крупных фракций (Б1-Б4). Хроматографированием полученных субфракций на колонке с сефадексом марки LH-20 и элюировали смесью растворителей этанол-вода (95:5 – 10:90) выделили флавоноиды 9-11. Полученные флавоноиды идентифицированы на основании изучения спектральных данных и результатов непосредственного сравнения с подлинными образцами.

Хризин (1). C₁₅H₁₀O₄, ESI-MS m/z 255,2 [M+H]⁺, т. пл. 290–292 °С, λ_{max} 270, 310 (пл.) нм; ¹H-ЯМР (400 МГц, ДМСО-d₆, δ, м. д.): 8.00 (2H, дд, *J* = 7,8, 2,0 Гц, Н-2', 6'), 7,51 (3H, м, Н-3', 4', 5'), 6,93 (1H, с, Н-3), 6,47 (1H, д *J* = 2.0 Гц, Н-8), 6,23 (1H, д, *J* = 2,0 Гц, Н-6) [2, 8].

Ороксиллин А (2). C₁₆H₁₂O₅, ESI-MS m/z 285,3 [M+H]⁺, т. пл. 218–219 °С, λ_{max} 249, 272, 321 нм; ¹H-ЯМР (400 МГц, ДМСО-d₆, δ, м. д.): 7.90 (2H, дд, *J* = 8,2, 2,0 Гц, Н-2', 6'), 7,58 (3H, м, Н-3', 4', 5'), 6,67 (1H, с, Н-8), 6,63 (1H, с, Н-3), 4,05 (3H, с, -OCH₃) [1, 8].

7-О-Метилнорвогонин (3) C₁₆H₁₂O₅, ESI-MS m/z 285.3 [M+H]⁺, т. пл. 143–145 °С, λ_{max} 340, 275 нм; ¹H-ЯМР (400 МГц, ДМСО-d₆, δ, м. д.): 8.03 (2H, дд, *J* = 8,8, 2,0 Гц, Н-2', 6'), 7,58 (3H, м, Н-3', 4', 5'), 6,77 (1H, с, Н-6), 6,62 (1H с, Н-3), 3,91 (3H, с, -OCH₃) [3].

5,7,2'-Тригидроксифлавонон (4). C₁₅H₁₀O₅, ESI-MS m/z 271,2 [M+H]⁺, т. пл. 284°, λ_{max} 268, 342 нм; ¹H-ЯМР (400 МГц, ДМСО-d₆, δ, м. д.): 7,88 (1H, дд, *J* = 8,0, 1,8 Гц, Н- 6'), 7,38 (1H, м, Н-4'), 7,13 (1H, с, Н-3), 7,06 (1H, д, *J* = 8,0, 1,8 Гц, Н-3'), 6,95 (1H, м, Н-5'), 6,44 (1H, д, *J* = 1,8 Гц, Н-8), 6,18 (1H, д, *J* = 1,8 Гц, Н-6).

¹³C-ЯМР (100 МГц, ДМСО-d₆, δ, м.д.): 182,5 (С-4), 166,3 (С-7), 161,8 (С-2), 161,6 (С-5), 158,3 (С-9), 158,0 (С-2'), 133,0 (С-4'), 128,8 (С-6'), 119,1 (С-5'), 117,6 (С-1'), 117,4 (С-3'), 109,3 (С-3), 103,6 (С-10), 99,6 (С-6), 94,5 (С-8) [5, 8].

2(S)-5,7,2'-Тригидроксифлаванон (5). C₁₅H₁₂O₅ ESI-MS m/z 273,2 [M+H]⁺, т. пл. 201–203 °С, λ_{max} 240, 288, 331 нм; ¹H-ЯМР (400 МГц, ДМСО-d₆, δ, м. д.): 12,15 (1H, с, 5-OH), 7,41 (1H, д, *J* = 7,8, Н-6'), 7,19 (1H, дд, *J* = 7,8 и 7,6 Гц, Н-4'), 6,89 (1H, уш.д, 7,8, Н-3'), 6,82 (1H, дд, *J* = 7,8 и 7,6 Гц, Н-5'), 5,93 (1H, д, 2,3, Н-8), 5,88 (1H, д, 2,3, Н-6), 5,73 (1H, дд, *J* = 12,6, 3,2 Гц, Н-2), 3,21 (1H, дд, *J* = 17,2, 12.6 Гц, Н-3а), 2,69 (1H, дд, *J* = 17,2, 3.2 Гц, Н-3е) [8, 12].

Скутевулин (5, 7, 2'-тригидрокси-8-метоксифлавонон, (6). C₁₆H₁₂O₆, ESI-MS m/z 301,3 [M+H]⁺, т. пл.: 277–278 °С (с разл.), λ_{max} 263 пл. 281, 330, 380 (пл.) нм; ¹H-ЯМР (400 МГц, ДМСО-d₆, δ, м. д.): 7,85 (1H, дд *J* = 8,0, 1,8 Гц, Н- 6'), 7,35 (1H, м, Н-4'), 7,08 (1H, с, Н-3), 7,01 (1H, д, *J* = 8,0, 1,8 Гц, Н-3'), 6,95 (1H, м, Н-5'), 6,04 (1H, с Н-6), 3,81 (3H, с, -OCH₃). ¹³C-ЯМР (100 МГц, ДМСО-d₆, δ, м.д.): 181,9 (С-4), 157,3 (С-7), 161,5 (С-2), 156,5 (С-5), 150,2 (С-9), 156,6 (С-2'), 132,5 (С-4'), 128,6 (С-6'), 119,2 (С-5'), 117,4 (С-1'), 117,4 (С-3'), 108,3 (С-3), 103,8 (С-10), 99,2 (С-6), 127,2 (С-8), 60,8 (-OCH₃) [8, 13].

Апигенин (7). C₁₅H₁₀O₅, т. пл. 346–347 °С (с разл.); λ_{max} 270,340 нм; ¹H-ЯМР (400 МГц, ДМСО-d₆, δ, м. д.): 12,98 (1H, с, 5-OH), 7,94 (2H, д, *J* = 8,8, Н-2', 6'), 6,93 (1H, д, *J* = 8,8, Н-3', 5'), 6,80 (1H, с, Н-3), 6,49 (1H, д, *J* = 2,0, Н-8), 6,19 (1H, д, *J* = 2,0, Н-6) [2, 3].

Байкалеин (8). C₁₅H₁₀O₅, ESI-MS m/z 271.2 [M+H]⁺, т. пл. 273–275 °С; λ_{max} 275,325 нм; ESI-MS (-) m/z : 269 [M-H]⁻ ¹H-ЯМР (400 МГц, ДМСО-d₆, δ, м. д.): 7.95 (2H, дд, *J* = 8,6, 1,8 Hz, Н-2', 6'), 7,54 (3H, м, Н-3', 4', 5'), 6,73 (1H, с, Н-8), 6,60 (1H, с, Н-3) [3, 4].

Хризин 7-О-β-D-глюкуронид (9), C₂₁H₂₀O₁₁, т. пл. 219–221 °С, УФ-спектр (λ_{max}, этанол, нм): 270, 305; ¹H-ЯМР-спектр (ДМСО-d₆): 5,18 (1H, д, *J*=6,8, Н-1"), 6,48 (1H, уш. с, Н-6), 6,90 (1H, уш. с, Н-8), 7,06 (1H, с, Н-3), 7,50–7,60 (3H, м, Н-3', 4', 5'), 8,00-8,11 (2H, м, Н-2', 6'), 12,60 (1H, с, 5-OH) [3, 8].

При кислотном гидролизе 9 получили хризин и D-глюкуроновую кислоту.

Вогонин 7-О-β-D-глюкуронид (10), C₂₂H₂₀O₁₁, т. пл. 194–196 °С, УФ-спектр (λ_{max}, этанол, нм): 275,345; ¹H-ЯМР-спектр (ДМСО-d₆): 3,78 (3H, с, 8-OCH₃), 5,32 (1H, д, *J* = 7,2, Н-

1"), 7,06 (1H, с, H-3), 7,12 (1H, с, H-6), 7,60 (3H, м, H-3', 4', 5'), 8,00 (2H, м, H-2', 6'), 12,79 (1H, с, 5-OH) [3, 8].

При кислотном гидролизе 10 получили вогонин и D-глюкуроновую кислоту.

Байкалин (байкаленин-7-О-β-D-глюкуронид, (11) C₂₁H₁₈O₁₁, т. пл. 220–222 °С, УФ-спектр (λ_{max}, этанол, нм): 245, 277, 313; ¹H-ЯМР-спектр (ДМСО-d₆): 5,24 (1H, д, J = 7,1, H-1"), 6,98 (1H, с, H-3), 7,09 (1H, с, H-8), 7,6 (3H, м, H-3', 4', 5'), 8,0 (2H, м, H-2', 6'), 12,70 (1H, с, 5-OH) [3, 8].

При кислотном гидролизе 11 получили байкаленин и D-глюкуроновую кислоту.

Литература

1. Каримов А. М., Ботиров Э. Х. Химия раст. сырья. 2015. № 1. Р. 63.
2. Yuldashev M. P., Botirov E. Kh., Malikov V. M. Flavonoids of the epigeal part of *Onobrychis arenaria* // Chem. Nat. Compd. 1996. Vol. 32. P. 592.
3. Каримов А. М., Юлдашев М. П., Ботиров Э. Х. // Флавоноиды *Scutellaria haematochlora* Juz. и *S. ocellata* Juz. Химия раст. сырья. 2012. № 3, 101.
4. Karimov A. M., Botirov E. Kh. // Flavonoids from the aerial part and roots of *Scutellaria adenostegia*. Chem. Nat. Compd. 2015. № 51. P. 764.
5. Каримов А. М., Ботиров Э. Х. // Химия раст. сырья. 2016. № 1. Р. 5.
6. Shang X., He X., He X., Li M., Zhang R., Fan P., Zhang Q., Jia Z. J. Ethnopharmacol. 2010. Vol. 128. P. 279.
7. Растительные ресурсы СССР. Цветковые растения, их химический состав, использование. Семейства Hippuridaceae-Lobeliaceae. С-Пб. : Наука, 1991. С. 85.
8. Malikov V. M., Yuldashev M. P. Phenolic compounds of plants of the *Scutellaria* L. genus. Distribution, structure, and properties // Chem. Nat. Compd. 2002. № 38. P. 358, 473.
9. Тараховский Ю. С., Ким Ю. А., Абдрасилов Б. С., Музафаров Е. Н. Флавоноиды: биохимия, биофизика, медицина. Пушино : Synchronobook. 2013. 310 с.
10. Parajuli P., Joshee N., Rimando A., Mittal S., Yadav A. K. // Planta Med. 2009. № 75. P. 41.
11. Флора Узбекистана. Ташкент : Изд. АН УзССР, 1961, Т. 5. С. 270.
12. Miyaichi Y., Imoto Y., Tomimori T., Lin C-C. // Chem. Pharm. Bull. 1987. 35, P. 3720.
13. Miyaichi Y., Kizu H., Tomimori T., Lin C-C. // Chem. Pharm. Bull., 39, 794 (1989).

МЕДИЦИНА

УДК 616.12-089:616.61:616-01/-099:612.19

Арсенина В. Ю., Фомина О. И.

ОЦЕНКА СИСТЕМНОГО УРОВНЯ TGF β 1, MMP-2, MMP-8, MMP-9, TIMP 1, TIMP 2 У ПАЦИЕНТОВ С ОСТРЫМ ПОВРЕЖДЕНИЕМ ПОЧЕК ДО И ПОСЛЕ АОРТОКОРОНАРНОГО ШУНТИРОВАНИЯ

Проведен анализ системного содержания TGF β 1, MMP-2, MMP-8, MMP-9, TIMP 1, TIMP 2 у пациентов с острым повреждением почек (ОПП) до и после операции аортокоронарного шунтирования. Концентрация MMP-2 и MMP-9 у пациентов с ОПП была значительно выше нормы, что подтверждает участие MMPs в механизмах ОПП. Повышенное содержание MMP-8 можно расценивать как дополнительный иммунологический предиктор развития ОПП до оперативного вмешательства и дополнительный биомаркер в послеоперационном периоде. Избыточная концентрация TGF β 1 в сыворотке крови может привести к инициации фиброобразования в почках.

Ключевые слова: почки, аортокоронарное шунтирование, матриксные металлопротеиназы, цитокины.

Сердечно-сосудистые заболевания (далее – ССЗ) по-прежнему являются ведущей причиной смертности и инвалидизации населения во всех странах. Ежедневно во всем мире проводится более 2000 кардиологических операций. Аортокоронарное шунтирование (далее – АКШ) зарекомендовало себя как самый эффективный метод лечения больных ишемической болезнью сердца (далее – ИБС). Операции на открытом сердце и искусственное кровообращение, несмотря на развитие хирургической техники, методов анестезиологического пособия, защиты органов в условиях искусственного кровообращения являются мощными факторами агрессии и увеличивают риск развития ранних послеоперационных осложнений, зачастую таким осложнением является острое повреждение почек (далее – ОПП), распространенность которого может достигать 30 % [1, 3]. Привлекают внимание данные о корреляции уровня цитокинов, а также факторов, регулирующих состояние межклеточного матрикса, с дисфункцией почек и их прогностическая значимость у пациентов с острым повреждением почек, перенесших АКШ. Оценка возможных изменений цитокинов и системы матриксных металлопротеиназ (далее – MMPs) и их ингибиторов позволит использовать их в качестве ранних маркеров почечных осложнений и скорректировать интенсивную терапию.

Цель: оценить уровень TGF β 1, MMP-2, MMP-8, MMP-9, TIMP 1, TIMP 2 в сыворотке крови у пациентов с ИБС после АКШ в качестве раннего диагностического признака ОПП.

Материалы и методы: уровень TGF β 1, MMP-2, MMP-8, MMP-9, TIMP 1, TIMP 2 определяли в сыворотке крови методом ИФА (R&D Systems, USA) у 70 пациентов обоего пола с ИБС до и после АКШ. Критерии включения: пациенты с ишемической болезнью сердца в возрасте от 45 до 74 лет обоего пола до и после операции АКШ с осложнениями раннего послеоперационного периода, связанными с острым повреждением почек (30 человек); пациенты с ишемической болезнью сердца в возрасте от 45 до 74 лет обоего пола с фоновым заболеванием сахарный диабет (СД) 2-го типа до и после операции АКШ с осложнениями раннего послеоперационного периода, связанными с острым повреждением почек (20 человек); пациенты с ишемической болезнью сердца в возрасте от 45 до 74 лет обоего пола до и после операции АКШ без острого повреждения почек в послеоперационном периоде (20 человек). Ретроспективно пациенты распределены в зависимости от клинического состояния после АКШ на 3 группы: с ОПП (I гр.), с ОПП и фоновым заболеванием: СД 2-го типа (II гр.), без ослож-

нений в виде ОПП (III гр.). Производился четырехкратный забор материала: до операции, на 1-е, 2-е, 7-е сутки после операции. Статистическая обработка полученных данных проведена непараметрическими методами с использованием программы «SPSS v.16». Результаты представляли в виде медианы, двух квартилей (Me, Q25, Q75). Результаты выражали в нг/мл. Сравнение средних значений в выборках осуществляли с помощью непараметрического критерия Уилкоксона – Манна – Уитни. Различия считали достоверными при $p < 0,05$. Для сравнительного анализа использован критерий хи-квадрат (χ^2), а также построена ROC-кривая.

Результаты: уровень цитокина TGF β 1 в сыворотке крови у пациентов до операции превышали показатели группы контроля без ОПП ($p < 0,05$), что может быть ассоциировано с риском развития осложнений (рис.1).

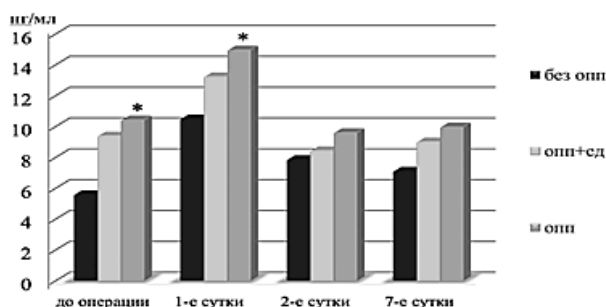


Рис. 1. Уровень TGF β 1 в сыворотке крови у пациентов с ИБС после АКШ:
* – статистическая достоверность различий с группой контроля ($p < 0,05$)

В группе с ОПП, наблюдается увеличение уровня MMP-2 в сыворотке крови, на 2-е сутки она достигает максимального значения, далее постепенно снижается до исходного уровня, в то время как у пациентов без повреждения почек MMP-2 достигает максимального значения на 7-е сутки (рис. 2). Для оценки диагностической эффективности показателей как дополнительных критериев развития ОПП использован ROC-анализ, где наглядно видно эффективность метода (до операции area under curve (AUC) = 1, 95 % CI for AUC = 1–1) (рис. 3).

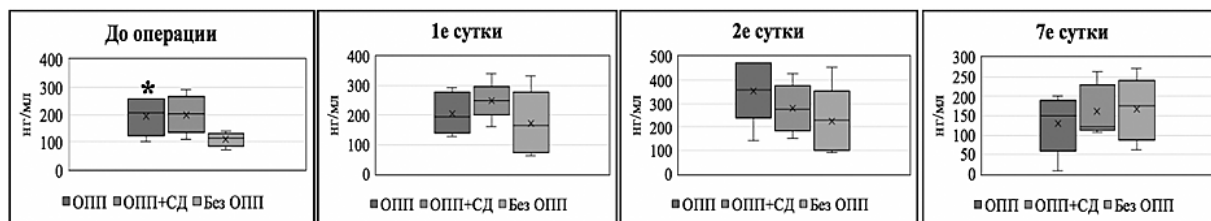


Рис. 2. Уровень MMP-2 в сыворотке крови у пациентов с ИБС после АКШ:
* – статистическая достоверность различий с группой контроля ($p < 0,05$)

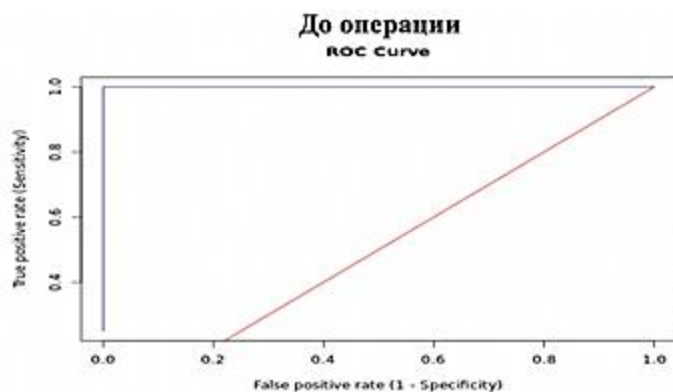


Рис. 3. Оценка содержания MMP-2 в сыворотке крови в группе у пациентов с ОПП в сравнении с группой без осложнений (ROC – кривая)

Отмечены высокие значения ММР-8 в сыворотке крови у пациентов с ОПП до операции, а также в последующие дни после, в то время как в остальных группах уровень ММР8 снижается или остается на том же уровне (рис. 4). $\chi^2 = 3,86$; d.f = 1, $p < 0,005$. Использован ROC-анализ, где наглядно видна эффективность метода (до операции AUC = 0,8, 95 % CI for AUC = 0,473-1; 1-е сутки после операции AUC = 0,85, 95 % CI for AUC = 0,579-1; 2-е сутки после операции AUC = 0,95, 95 % CI for AUC = 0,811-1) (рис. 5).

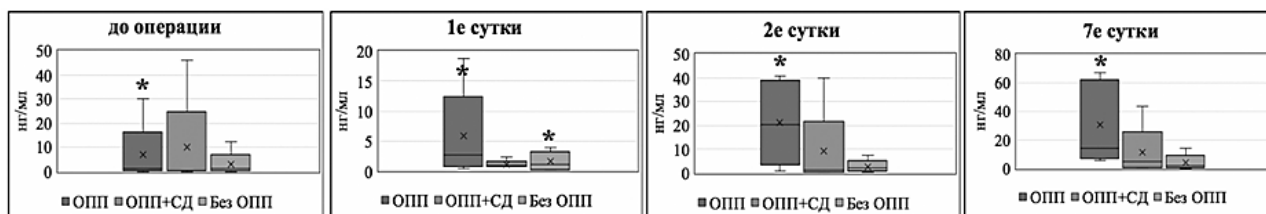


Рис. 4. Уровень ММР-8 в сыворотке крови у пациентов с ИБС после АКШ:
* – статистическая достоверность различий с группой контроля ($p < 0,05$)

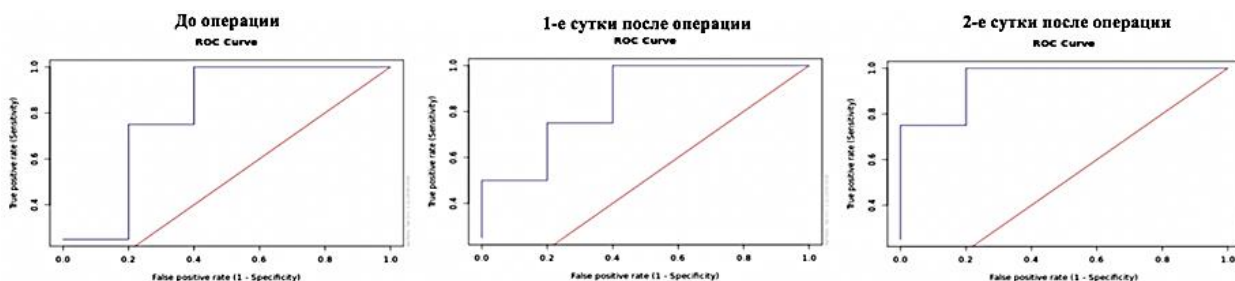


Рис. 5. Оценка содержания ММР-8 в сыворотке крови в группе у пациентов с ОПП
в сравнении с группой без осложнений (ROC – кривая)

Анализ данных показал, что уровень ММР-9 в группе с ОПП возрастает на 2-е сутки, а на 7-е сутки увеличивается более чем в 2 раза по сравнению с дооперационным периодом. В группе с ОПП и СД отмечается снижение уровня ММР-9 на 2-е и 7-е сутки в 2 раза по сравнению с дооперационным периодом. В группе без ОПП уровень ММР-9 оставался практически неизменным (рис. 6).

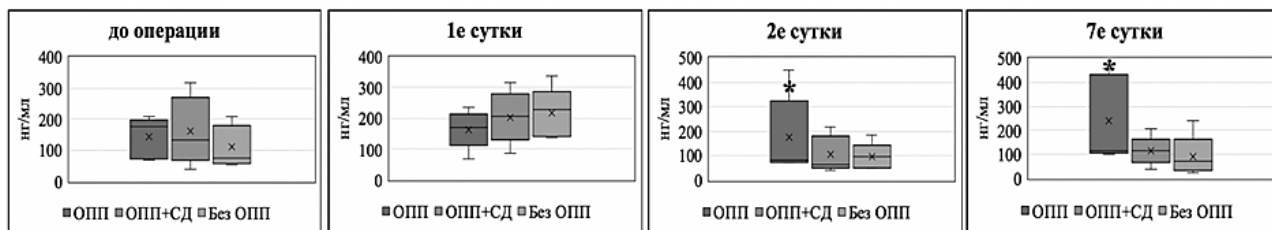


Рис. 6. Уровень ММР-9 в сыворотке крови у пациентов с ИБС после АКШ:
* – статистическая достоверность различий с группой контроля ($p < 0,05$)

Содержание ТИМР 1 до операции практически не отличалось в трех группах. Однако его значения в группе с неосложненным течением в виде ОПП на 1-е, 2-е, и 7-е сутки после операции превышали в 1,5 раза значения в сравниваемых группах (рис. 7).

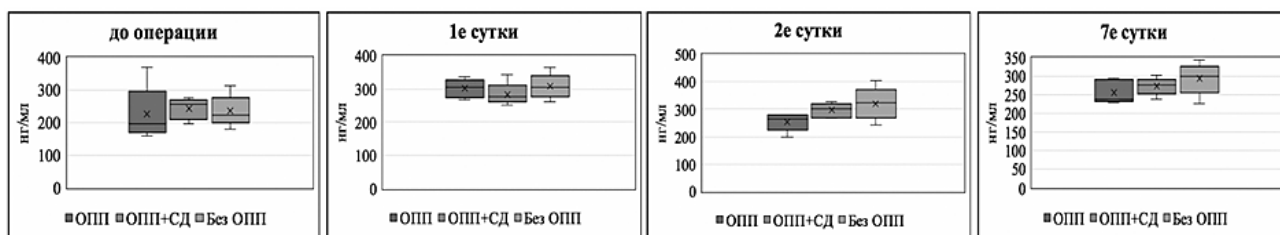


Рис. 7. Уровень TIMP 1 в сыворотке крови у пациентов с ИБС после АКШ:

* – статистически достоверных различий между группами не обнаружено

Уровень TIMP 2 как в до, так и в послеоперационный период в трех сравниваемых группах существенно не различался (рис. 8).

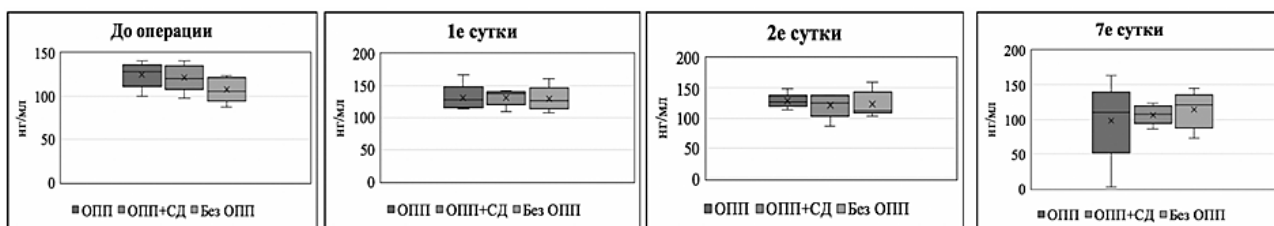


Рис. 8. Уровень TIMP 2 в сыворотке крови у пациентов с ИБС после АКШ:

* – статистически достоверных различий между группами не обнаружено

Выводы: при развитии осложнений после АКШ в виде ОПП наблюдается увеличение концентрации MMP-8, ответственной за ремоделирование внеклеточного матрикса, необходимой для поддержания структурной и функциональной целостности клубочков и интерстиция; отмечается снижение активности MMP-8 в группе с ранними осложнениями и СД, что сопряжено с подавлением катаболизма компонентов внеклеточного матрикса в условиях гипергликемии; повышенное сывороточное содержание MMP-8 можно расценивать как дополнительный иммунологический предиктор развития ОПП до оперативного вмешательства, так и как дополнительный биомаркер в послеоперационном периоде у пациентов после АКШ на 1–2-е сутки. Концентрация MMP-2 и MMP-9 на системном уровне у пациентов с ОПП была значительно выше нормы, что подтверждает участие MMPs в механизмах ОПП посредством активации протеолиза и гибелью гломерулярных и тубулярных клеток, а также увеличению сосудистой и канальцевой проницаемости; повышенное сывороточное содержание MMP-2 можно использовать как дополнительный иммунологический фактор риска развития ОПП в послеоперационном периоде; компенсаторное увеличение уровня TIMP 1 и TIMP 2 после оперативного вмешательства в трех группах было недостаточным, что привело к нарушению баланса протеолитической активности, благодаря чему значительно возрастает активность MMPs [2]. Цитокины играют важную роль в патогенезе развития ОПП. Известно, что TGF β 1 является фиброгенным фактором роста, ключевым медиатором в развитии гломерулосклероза и тубулоинтерстициального фиброза. TGF β 1 достоверно снижает цитокин-продуцирующую активность ряда клеток, участвующих в воспалении. Кроме того, TGF β 1 подавляет выработку матриксных металлопротеиназ фибробластами [4, 5]. Следовательно, избыточная концентрация данного цитокина в сыворотке крови может привести к инициации фиброобразования в почках. TGF β 1 при ОПП должна расцениваться как фактор риска в послеоперационном периоде, свидетельствовать о развитии фиброза почечной ткани, что требует тщательного наблюдения за данной категорией пациентов.

Литература

1. Колесников С. В., Борисов А. С. Острое почечное повреждение: новые аспекты известной проблемы // Патология кровообращения и кардиохирургия. 2013. № 4. С. 69–73.
2. Суханова Г. А., Терентьева А. А. Роль матриксных металлопротеиназ и их тканевых ингибиторов в развитии осложнений при заболеваниях почек у детей // Бюллетень сибирской медицины. 2015. Т. 14, № 3. С. 35–39.
3. Табакьян Е. А., Партигулов С. А. Биомаркеры ишемии и острого повреждения почек после операций на сердце с искусственным кровообращением // Анестезиология, реаниматология, перфузиология. 2013. № 4. С. 30–33.
4. Маркелова Е. В., Здор В. В., Романчук А. Л., Бирко О. Н. Матриксные металлопротеиназы: их взаимосвязь с системой цитокинов, диагностический и прогностический потенциал // Иммунопатология. Аллергология. Инфектология. 2016. № 2. С. 11–22.
5. Югай Ю. В., Голицына А. А., Толмачев В. Е., Маркелова Е. В. Анализ показателей матриксных металлопротеиназ и их ингибиторов до и после дентальной имплантации // Тихоокеанский мед. журнал. 2014. № 3. С. 65–67.

УДК 611.718.1

Афенов М. Р., Борзенков И. С.

АНАТОМИЧЕСКАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ОРИЕНТАЦИИ ВЫРЕЗКИ ВЕРТЛУЖНОЙ ВПАДИНЫ ЧЕЛОВЕКА

Для достижения поставленной цели было выполнено фотографирование тазовых костей. В цифровом формате выполняли измерение угла α , характеризующего положение вырезки вертлужной впадины относительно таза, а также ее линейные размеры в программе Universal Desktop Ruler. Было выявлено, что как линейные, так и пространственные показатели вырезки зависят от периметра вертлужной впадины.

Ключевые слова: таз, тазовая кость, вертлужная впадина, вертлужная вырезка, седалищная кость.

Актуальность. Увеличение продолжительности жизни и гиподинамия влекут за собой неуклонный рост числа заболеваний тазобедренного сустава [1, 3]. В современной хирургической практике выполняется большое количество оперативных вмешательств на структурах тазобедренного сустава. Особое место среди них занимают операции по эндопротезированию его компонентов. При планировании данных операций особое значение придается изучению геометрии вертлужной впадины, важной частью которой является *incisura acetabuli*.

Цель: определить анатомическую изменчивость геометрии вырезки вертлужной впадины таза человека в зависимости от ее параметров.

Задачи. Для достижения поставленной цели нами были определены следующие задачи:

1. Определить основные линейные и геометрические размеры вырезки вертлужной впадины.
2. Выявить корреляционную зависимость размера и пространственного расположения вертлужной впадины от ее линейных размеров и геометрических параметров.

Материалы и методы. Исследование выполнено на 32 препаратах костей таза человека, взятых из коллекции кафедры анатомии ФГБОУ ВО РязГМУ Минздрава России. В работе использовался метод цифровой фотометрии, заключающийся в измерении объектов по их фотографиям, выполненных в стандартных укладках. Тазовая кость располагалась относительно

горизонтальной поверхности таким образом, чтобы плоскость вертлужной впадины была параллельна данной поверхности. После перенесения фотографий в компьютер при помощи программы Universal Desktop Ruler (AVP Soft) выполняли измерения. Определяли следующие параметры: периметр и площадь вертлужной впадины, длину вырезки вертлужной впадины, угол, определяющий положение вырезки относительно костей таза (α), локализацию вертлужной впадины на тазовой кости относительно ее высоты (показатель Т). Показатель Т – отношение расстояния от spina iliaca anterior superior до центра вертлужной впадины (НМ) к расстоянию от центра вертлужной впадины до tuber ischiadicum (ML) (рис. 1в).

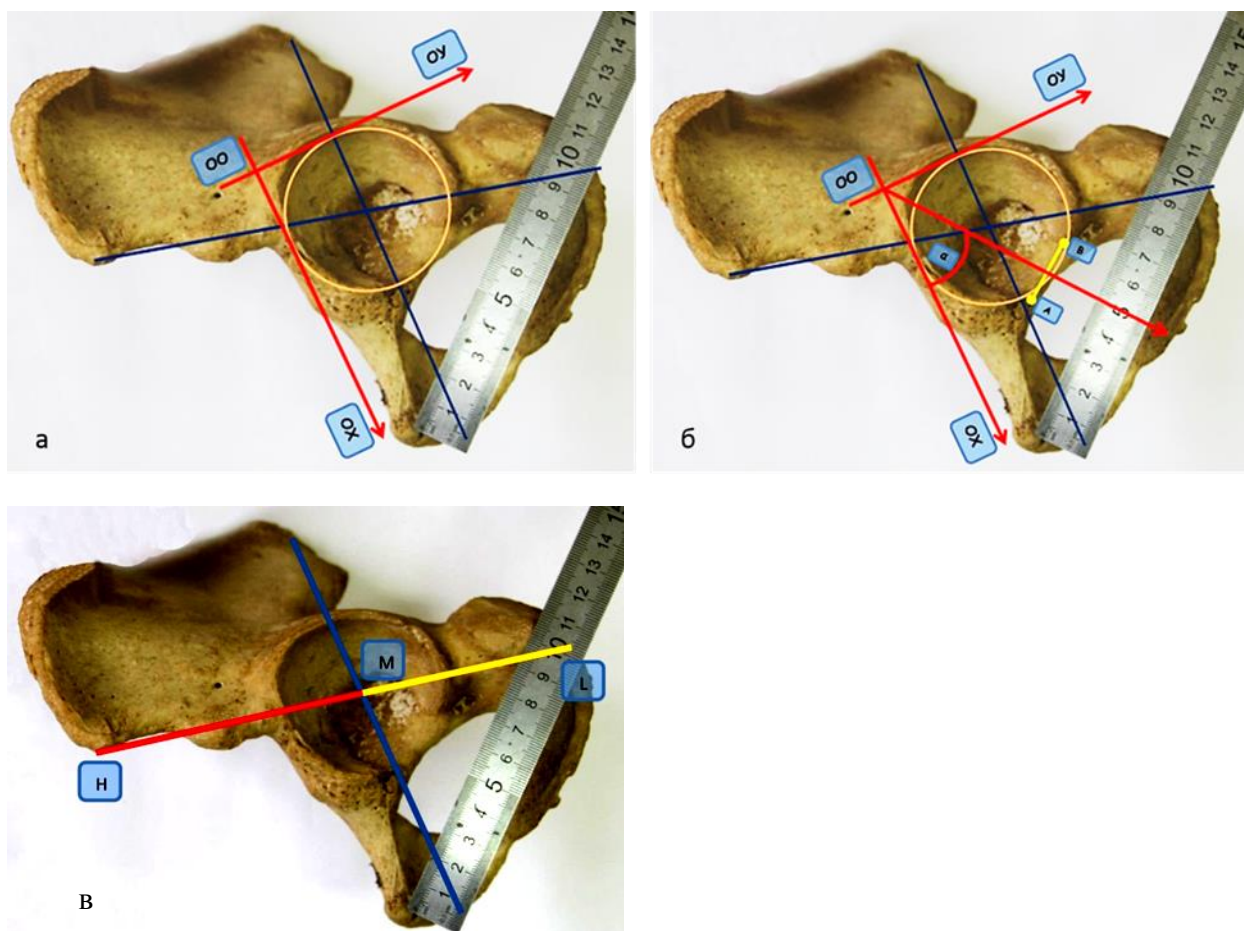


Рис.1. Измерение угла α (а, б) и показателя Т (в)

Для определения угла α на фотографии каждого препарата была построена двухмерная система координат с вспомогательной окружностью, которая примерно повторяла контуры вертлужной впадины. Ось OX была построена параллельно верхней ветви лобковой кости и являлась касательной к окружности. Ось OY построена перпендикулярно оси OX и также является касательной к окружности. Центр окружности лежал в центре вертлужной впадины, располагаясь на пересечении двух диагоналей. Одна из них соединяла осевой бугорок и лобковую кость, а другая – передневерхнюю подвздошную ось и седалищную бугористость (рис. 1а). Из точки OO проводили луч, проходящий через середину отрезка АВ, соединяющего края вырезки. Далее измеряли угол α (рис. 1б).

Все полученные результаты подвергались цифровой обработке и анализу с использованием пакета анализа Microsoft Excel 2010.

Результаты и их обсуждение. В ходе исследования были получены следующие результаты. Средние значения длины вырезки составили $2,25 \pm 0,1$ см. Средние значения периметра вырезки составили $15,59 \pm 0,1$ см. Средние значения площади вырезки состави-

ли $20,45 \pm 0,1$ см. Средние значения угла α составили $37,73 \pm 1^\circ$. Значения доли вырезки находятся в диапазоне [14, 17] %. Других зависимостей не выявлено.

На основе полученных результатов были построены корреляционные диаграммы (рис. 2). Выявлена прямо пропорциональная зависимость доли вырезки от длины вырезки ($k = 0,77$; связь очень высокая) (рис. 2а), длины вырезки от периметра ($k = 0,32$; связь средняя) (рис. 2б), угла α от доли вырезки ($k = 0,32$; связь средняя) (рис. 2в), а также угла α от показателя Т ($k = 0,68$; связь высокая) (рис. 2д). Обратной пропорциональной зависимости была выявлена между значениями угла α и периметра ($k = -0,32$ связь средняя) (рис. 2г).

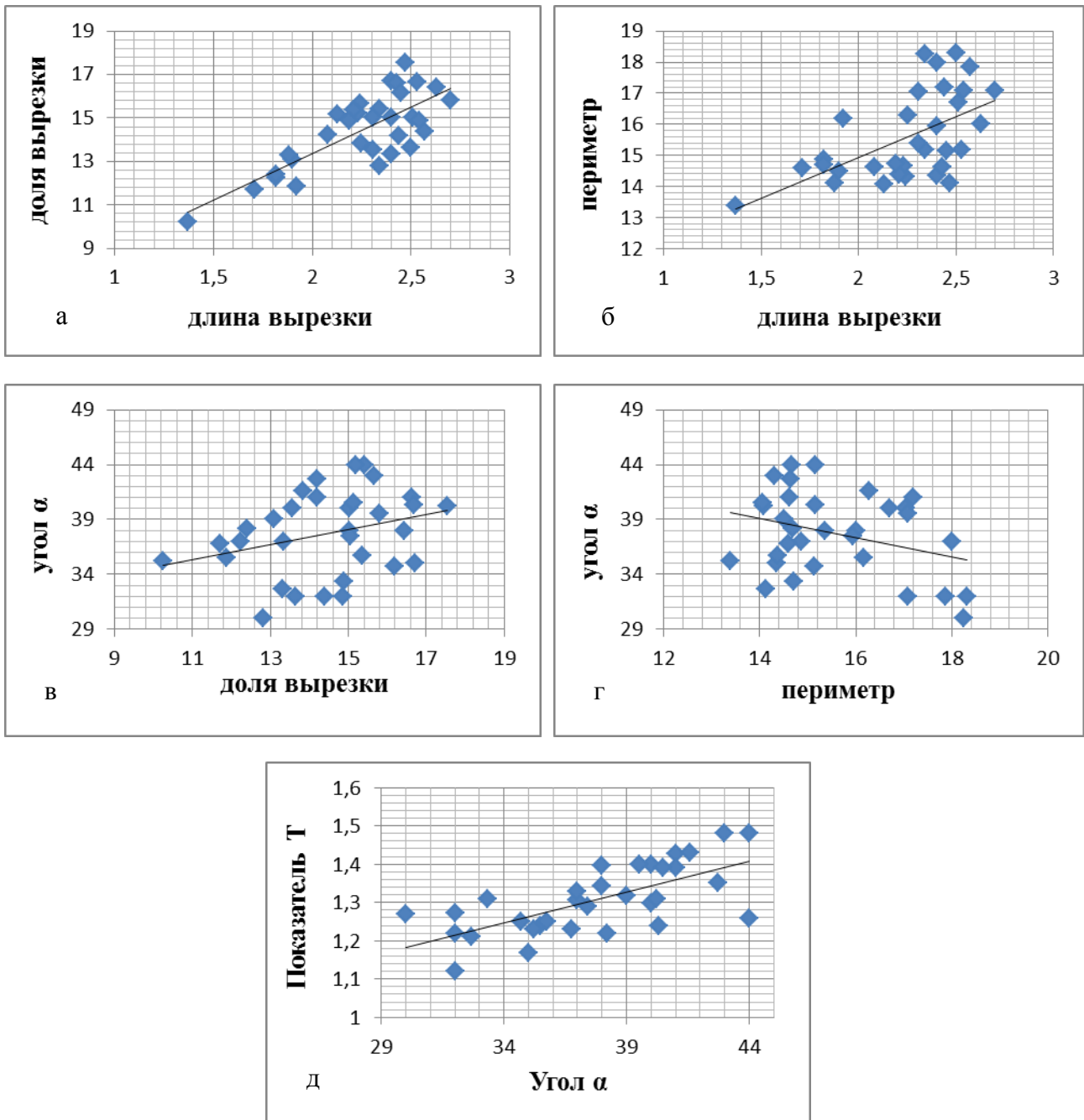


Рис. 2. Диаграммы корреляции

Рост человека определяется размерами его костей. При нормальном онтогенезе кости и их части развиваются пропорционально. Исходя из этого, косвенно можно предположить, что больший угол α наблюдается у низких людей и наоборот. Наибольший угол наблюдается

при меньшем периметре вертлужной впадины, большей доле вырезки в ней и более низким положением вертлужной впадины в тазовой кости.

Вывод. На основе результатов наших исследований можно сделать следующий вывод. При увеличении периметра апертуры увеличивается длина вырезки и ее доля, что доказывает явление анатомической компенсации [2].

В связи с ростом количества заболеваний тазобедренных суставов хирургам-ортопедам необходимо учитывать нормовариантную анатомию вертлужной впадины при проведении операций по эндопротезированию [3].

Литература

1. Анисимова Е. А., Юсупов К. С., Анисимов Д. И., Бондарева Е.В. Морфология костных структур вертлужной впадины и бедренного компонента тазобедренного сустава // Саратов. науч.-мед. журнал. 2014. № 10 (1). С. 32–38.
2. Капанджи А. И. Нижняя конечность. Функциональная анатомия. 6-е изд. М. : ЭКСМО, 2014. 312 с.
3. Карякина Е. В., Персова Е. А. Асептическая нестабильность эндопротеза тазобедренного сустава у больных коксартрозом // Саратов. науч.-мед. журнал. 2009. № 5 (3). С. 375–378.

Васильева Е. А., Куяров А. А., Клюев С. Д.

МИКРОФЛОРА КОЖНЫХ ПОКРОВОВ И СЛИЗИСТЫХ ОБОЛОЧЕК ВЕРХНИХ ДЫХАТЕЛЬНЫХ ПУТЕЙ В НОРМЕ И ПРИ ПАТОЛОГИИ КОЖИ У ЖИТЕЛЕЙ УРБАНИЗИРОВАННОГО СЕВЕРА

В результате проведенных клинико-бактериологических исследований у пациентов с экземой и в группе сравнения установлена степень взаимосвязи состояния микрофлоры кожных покровов и слизистых оболочек верхних дыхательных путей в норме и при патологии кожи, обоснованы региональные критерии оценки состояния микрофлоры кожных покровов на примере жителей урбанизированного Севера. Получена информационная модель диагностической значимости показателей микрофлоры в баллах, рекомендованная для прогнозирования и ранней профилактики развития заболеваний кожных покровов.

Ключевые слова: микрофлора, кожные покровы, жители Севера.

Исследование микрофлоры организма человека относится к высокоинформативным и безинъекционным методам оценки состояния здоровья человека, коррелирующих с другими клиническими и лабораторными показателями [1]. Современная характеристика значения микробного представительства на коже в норме и при патологии проанализирована в работе Н. И. Потатуркиной-Нестеровой с соавт. [2].

В работах отечественных и зарубежных авторов особое внимание уделяется изменениям состояния микрофлоры кожи и слизистых оболочек как косвенным признакам снижения уровня защитных сил организма [3, 4, 5, 6].

Необходимость исследования видового состава нормальной микрофлоры кожных покровов во взаимосвязи с показателями микрофлоры слизистой оболочки носа, зева у жителей урбанизированного Севера определило актуальность работы.

Целью работы явилось определение взаимосвязи состояния микрофлоры кожных покровов и слизистых оболочек верхних дыхательных путей в норме и при патологии кожи у жителей урбанизированного Севера.

Работа выполнялась на базе Центра фундаментальных медико-биологических исследований Медицинского института СурГУ. Проведено клинико-бактериологическое исследование в 2 группах.

Методом сплошной выборки проведено бактериологическое исследование микрофлоры слизистой оболочки носа и зева, кожных покровов у 292 студентов 2 и 3 курсов Медицинского института. Из числа исследуемых лиц сформирована группа сравнения (далее – ГС), в которой были выделены 3 подгруппы в зависимости от вида и гемолитической активности представителей рода *Staphylococcus*, идентифицированных со слизистой оболочки носа. Подгруппу ГС 1 составили бактерионосители *S. aureus* с показателем КОЕ Ig 3 и более (n = 33). В подгруппу ГС 2 вошли бактерионосители *S. epidermidis* с гемолитической активностью, КОЕ Ig 3 и более (n = 34). Подгруппу ГС 3 составили бактерионосители *S. epidermidis* без гемолитической активности (n = 32).

В группу № 2 вошли пациенты БУ «Сургутский клинический кожно-венерологический диспансер» с экземой (ГЭ, n = 21) в возрасте от 20 до 50 лет.

В исследуемых группах проведена оценка состояния микрофлоры кожных покровов. Бактериологическими методами оценивали количественный и качественный состав микрофлоры поверхностных слоев кожи предплечья. Отбор материала проводился методом отпечатков на кровяной агар. Степень микробной обсемененности определяли по количеству колоний (КОЕ) на квадратный сантиметр поверхности кожи [3].

Для решения задач по дифференциальной диагностике и прогнозированию использован метод последовательной диагностической процедуры, разработанный А. Вальдом [3].

Со слизистых оболочек носа материал забирали стерильными тампонами с расчетом КОЕ/тампон. Проведена идентификация и определение основных факторов патогенности у представителей рода *Staphylococcus*.

Результаты проведенных исследований статистически обрабатывались с использованием программ MS Excel и «Statistica, 6.1» с применением параметрических и непараметрических методов.

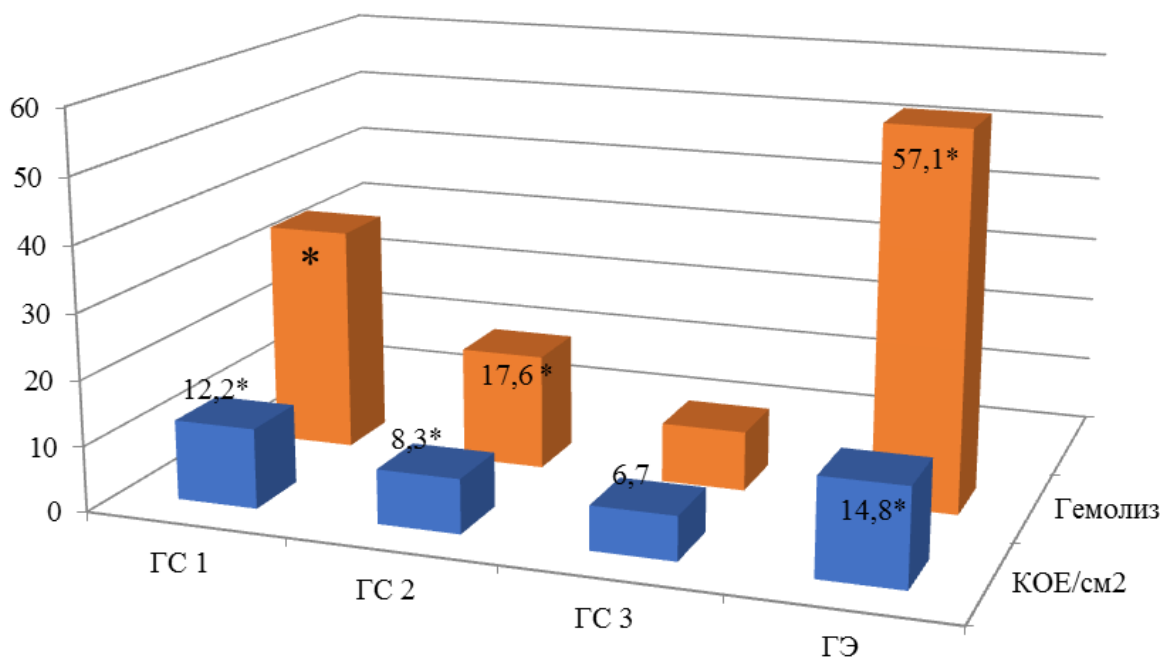


Рис. 1. Показатели контаминации и гемолитической активности микрофлоры кожных покровов в исследуемых группах

В результате проведенных исследований показателей контаминации и гемолитической активности микрофлоры кожных покровов в исследуемых группах (рис. 1) установлено,

что наименьшая степень контаминации кожи *Staphylococcus spp.* наблюдалась в подгруппе ГС 3 и составляла $6,7 \pm 0,4$ КОЕ/см² и значительно увеличивалась в подгруппе ГС 2 у бактерионосителей *S. epidermidis* с гемолитической активностью ($8,3 \pm 0,4$ КОЕ/см²; $p < 0,05$). Достоверно (в 1,8 раза) этот уровень показатель контаминации кожи превышал в подгруппе ГС 3 у бактерионосителей *S. aureus* (КОЕ/см² $12,2 \pm 0,5$; $p < 0,05$). В группе ГЭ показатель контаминации участков кожи, граничащих с пораженными тканями кожи, был наибольшим из исследуемых групп и составлял $14,8 \pm 0,7$ КОЕ/см². В этой же исследуемой группе был и самый высокий показатель гемолитической активности микрофлоры кожи (57,1 %). В группе сравнения гемолитическая активность стафилококков проявлялась значительно реже (34,4 % штаммов в ГС 1; 17,6 % в ГС 2; 9,1 % в ГС 3).

При оценке состояния биоценоза слизистой оболочки носа в группе ГЭ наблюдалось доминирующее число случаев с повышенным содержанием *Staphylococcus spp.* (КОЕ/мл более $3 \lg$ 75,0 % случаев), из которых 47,8 % штаммов обладали гемолитической активностью. Носительство *S. aureus* в этой группе отмечено в 47,3 % случаев при значительной частоте выделения со слизистой оболочки носа *S. aureus* в количестве более $3 \lg$.

Показатели повышенной плотности микроорганизмов с одного см² кожи (КОЭ/см² > 10) и их гемолитической активности (гем+ > 10 %) представлены в табл. 1, из которой следует, что значительное увеличение этих показателей наблюдалось у лиц в подгруппе сравнения с бактерионосительством *S. aureus* (ГС 3; 60,7 % случаев) и в группе пациентов с экземой (ГЭ, 95,2 % случаев). За критерием верхних границ показателя контаминации кожи взята величина средней арифметической группы ГС 1 равной КОЕ/см² 6,7 в сумме с удвоенным показателем среднего квадратического отклонения (сигма = 1,7), что составило 10,1 КОЕ/см². Это позволяет использовать показатели плотности бактериальной контаминации и гемолитической активности *Staphylococcus spp.* в качестве региональных критериев при оценке состояния резистентности организма человека.

Используемый вариант критериев оценки контаминации кожи показал достаточную диагностическую значимость по величине колонеобразующих единиц (КОЕ). Диагностические коэффициенты (далее – ДК) составили 13 и 15 при достаточной информативности ($I > 2,2$). Показатели гемолитической активности также имели значительные ДК, равные 11 и 14 баллам при достаточной информативности ($I > 1,3$), что дает возможность включить их в диагностическую таблицу.

Таблица 1

Диагностическая информативность показателей микрофлоры кожных покровов

Показатели	ГС 3, n = 32		ГС 1, n = 33				ГЭ, n = 21			
	abc	%	abc	%	ДК	I	abc	%	ДК	I
КОЭ/см ² > 10	1	3,1	20	60,7	13	2,2	20	95,2	15	3,8
Гем+ > 10 %	1	3,1	12	36,4	11	1,3	15	71,4	14	3,3

Количество выделенных с поверхности неповрежденной кожи и идентифицированных представителей вида *S. aureus* (табл. 2) несет достаточную диагностическую информативность в биоценозе данного биотопа по признаку таксономической принадлежности. Так диагностический коэффициент для подгруппы ГС 1 составил 9 баллов и 12 баллов в группе у лиц с экземой.

Таблица 2

Диагностическая информативность выявления в биоценозе кожных покровов представителей рода *Staphylococcus*

Показатели	ГС 3, n = 32		ГС 1, n = 33				ГЭ, n = 21			
	abc	%	abc	%	ДК	I	abc	%	ДК	I
<i>S. aureus</i>	1	3,1	9	27,3	9	2,2	10	47,6	12	3,1

Окончание табл. 2

Показатели	ГС 3, n = 32		ГС 1, n = 33				ГЭ, n = 21			
	abc	%	abc	%	ДК	I	abc	%	ДК	I
<i>S. epidermidis</i>	26	81,3	21	63,6	-1	0,3	8	38,1	-2	0,3
Другие	5	15,6	3	9,1	-2	0,12	3	14,3	0	0,2

Диагностическое значение выделения других микроорганизмов по их таксономическому положению было недостаточно информативным, т. е. находилось на уровне диагностической неопределенности. Так, для изолятов *S. epidermidis* ДК составляли 0 и минус 2 балла, (*I* не более 0,3). Это, в свою очередь, определило необходимость использования дополнительных дифференцирующих признаков из факторов патогенности микроорганизмов, как оценка протеолитической и уреазной активности (табл. 3).

Таблица 3

Информационная и диагностическая значимость показателей ферментных факторов колонизации *S. epidermidis*, выделенных с кожи

Показатели	ГС 3, n = 32		ГС 1, n = 33				ГЭ, n = 21			
	abc	%	abc	%	ДК	I	abc	%	ДК	I
Протеолиз	8	25,0	15	45,5	3	0,39	14	66,7	5	0,8
Уреаза	9	28,1	19	57,6	3	0,43	16	76,2	5	1,3

Из приведенной табл. 4 следует, что определенную информативность имели представители вида *S. epidermidis* с признаками уреазной и протеолитической активности как у бактерионосителей *S. aureus* (по 3 балла), так и у лиц с экземой (по 5 баллов). Уровень информативности по этим признакам был достаточный для включения в диагностическую таблицу с ДК в 5 баллов, при *I* более 0,5.

Проведенные исследования позволили обосновать информационную модель диагностической значимости показателей микрофлоры кожи в баллах (табл. 4.), что может быть рекомендовано в прогнозировании и ранней профилактики развития заболеваний кожных покровов. Так, если сумма диагностических коэффициентов достигает пороговой величины в 13 баллах, то это дает основание вынести решение о заболевании с вероятностью ошибки не выше 20,0 %, а при сумме более 15 баллов вероятностью ошибки не превышает 10 %.

Таблица 4

Показатели диагностической значимости контаминации кожи для прогнозирования и профилактики развития заболеваний кожных покровов

Показатели контаминации кожи	ГС 1		ГЭ	
	ДК	I	ДК	I
КОЭ/см ² > 10	13	2,2	15	3,8
Гем+ > 10 %	11	1,3	14	3,3
<i>S. aureus</i>	9	2,2	5	0,8
<i>S. epidermidis</i>	-1	0,3	5	1,3
Другие	-2	0,12	0	0,2
Протеолиз	3	0,39	5	0,8

Таким образом, проведенные исследования позволили установить степень взаимосвязи состояния микрофлоры кожных покровов и слизистых оболочек верхних дыхательных путей в норме и при патологии кожи, а также обосновать вариант региональных критериев оценки состояния микрофлоры кожных покровов в норме и при патологии на примере жителей урбанизированного Севера.

Получения информационной модель диагностической значимости показателей микрофлоры в баллах может быть рекомендована в прогнозировании и ранней профилактики развития заболеваний кожных покровов.

Литература

1. Куяров А. В., Сайгушева Л. А., Дудко Е. Ф., Куяров А. А. Экологическая оценка бактериальных сообществ кишечника при заболеваниях, протекающих с дисбактериозом кишечника // Экспериментальная и клиническая гастроэнтерология. 2016. № 12 (136). С. 39–42.
2. Микробиота кожи в норме и при патологии / Н. И. Потатуркина-Нестерова, О. Е. Фалова, И. С. Немова, Н. С. Онищенко ; под ред. Н. И. Потатуркиной-Нестеровой. Ульяновск : УлГТУ, 2014. 113 с.
3. Микробная экология детей Севера (клиника нарушений, диагностика, коррекция): монография /А. В. Куяров, Г. Н. Куярова, Л. А. Ключева. Ханты-Мансийск : Полиграфист, 2008. 100 с.
4. Сайгушева Л. А., Куяров А. А., Харева А. Г. Бактериологическое выделение и идентификация бактерий рода *Lactobacillus* при нарушении биоценоза кишечника у жителей Севера // Вестник СурГУ. Медицина. 2012. № 1 (11). С. 12–15.
5. Honda K., Littman D. R. The microbiota in adaptive immune homeostasis and disease // Nature. 2016 Jul 7. № 535 (7610) P. 75–84.
6. Wesemann D. R., Nagler C. The Microbiome, Timing, and Barrier Function in the Context of Allergic Disease // Immunity. 2016 Apr 19. № 44 (4). P. 728–38.

УДК 616-005.8

Горшков Н. С., Астраханцева И. Д.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ УРОВНЕЙ МАТРИКСНЫХ МЕТАЛЛОПРОТЕИНАЗ И ПЕНТРАКСИНА-3 В СОВРЕМЕННОЙ КАРДИОЛОГИЧЕСКОЙ ПРАКТИКЕ

В статье систематизированы и обобщены результаты исследований по вопросу применения матриксных металлопротеиназ и пентраксина-3 в диагностике у пациентов с острым коронарным синдромом; представлена классификация семейства матриксных металлопротеиназ; рассмотрен вопрос о действиях и функциях матриксных металлопротеиназ и их ингибиторов.

Ключевые слова: биомаркер, матриксные металлопротеиназы, пентраксин-3, острый коронарный синдром.

Известно, что внеклеточный матрикс миокарда (далее – ВКМ) неразрывно связан с кардиомиоцитами, объединяя их нервными волокнами, соудами и фибробластами. ВКМ – это коллагеновая сеть, состоящая из коллагенов типа: I, III, IV, а также включающая дистрофин, эластин, интегрин, фибронектина, желатин, ламинин, гликопротеиды, протеогликаны и другие вещества, способствующие связыванию коллагеновой сети с мембранами миофибрилл и кардиомиоцитов. Механическое усилие на камеры сердца, генерируемое кардиомиоцитами, передается ВКМ, в результате механические свойства миокарда в ходе систолы и диастолы определяются составом «сети». Нарушение регуляции ВКМ играет ключевую роль в развитии нарушений структуры и функции миокарда, что в результате ведет к прогрессированию СН. В процессах расщепления ВКМ принимают участие большое число ферментов с протеолитическими свойствами, но наиболее важными являются металлопротеиназы. С учетом ключевой роли металлопротеиназ в процессах постинфарктной морфофункциональной перестройки ВКМ миокарда далее мы более детально рассмотрим некоторые аспекты этой проблемы.

Современными биомаркерами, отражающими активацию воспалительной реакции у больных с острым коронарным синдромом, которые можно использовать с диагностиче-

ской и прогностической целью, а также в целях первичной и вторичной профилактики кардиальной патологии, являются матриксные металлопротеиназы и пентраксин-3.

Цель исследования: систематизировать и обобщить имеющиеся представления о роли матриксных металлопротеиназ и пентраксина-3 в развитии сердечно-сосудистых заболеваний. Для достижения поставленной цели был проведен анализ актуальных работ по данной тематике.

Матриксные металлопротеиназы (далее – ММП) – мультигенное семейство, которые по структуре и функциям сходны Zn- и Ca-зависимых эндопептидаз, способных модифицировать все известные компоненты экстрацеллюлярного матрикса (далее – ЭЦМ), а также многие нематриксные молекулы [3]. Свойства ММП: способность гидролизировать основные компоненты ЭЦМ, в активном центре в составе имеют ионы Zn^{2+} , с целью стабилизации молекулы используют ионы Ca^{2+} , в неактивной форме секретируются из клеток, каталитическая активность подавляется специфическими тканевыми ингибиторами (ТИМП) [3].

Семейство ММП включают 25 изоформ протеаз, расщепляющих ЭЦМ, которые характеризуются наличием в активном центре ионов металлов (в основном цинка). Разрушение экстрацеллюлярного матрикса – является основной функцией ММП.

В неактивной форме секретируются почти все изоэнзимы, за исключением ММП-11, при этом они функционируют при нейтральной pH и блокируются специфическим тканевым ингибитором. Выделяют 4 подсемейства в семействе ММП: коллагеназы (ММП-1, -8, -13), желатиназы (ММП-2, -9), стромализины (ММП-3, -7, -10, -11), и ММП мембранного типа, которые секретируются активными и локализируются на клеточной мембране [1]. Подсемейства ММП представлены на рис. 1.

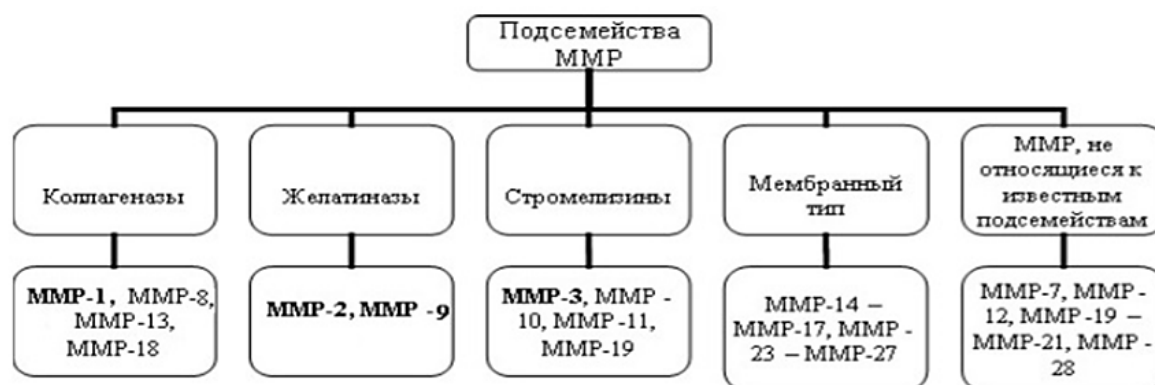


Рис. 1. Подсемейства ММП: жирным шрифтом показаны протеазы, вырабатываемые преимущественно в клетках сердца [5]

Другие ММП, находясь во внеклеточном пространстве в виде проферментов (proMMP), вырабатываются в неактивном виде и активируются посредством биохимических реакций («cysteine switch»). Активность ММП в клетке регулируется на различных уровнях, включающих активацию белка, транскрипцию и взаимодействие с тканевыми ингибиторами металлопротеиназ (далее – ТИМП). На данный момент открыто четыре вида ТИМП, но наиболее изученные на сегодняшний день ТИМП-1 и ТИМП-2, притом ТИМП-1 – это универсальный ингибитор большинства ММП [4].

У пациентов с ИМ наиболее высокие значения ММП проявляются в первые сутки заболевания, при этом они увеличиваются к концу госпитального периода, о чем свидетельствует анализ проведенных ранее исследований [4, 11]. Плазменные концентрации ММП-1, -2, -9 значительно повышаются у больных ОКС. Учитывая факт, что процесс дестабилизации атеросклеротических бляшек отражается на повышении концентрации ММП, можно заключить, что в подостром периоде индикатором последующего течения постинфарктного периода могут быть сохраняющиеся высокие значения концентрации данных биомаркеров [4]. Пациенты с более высоким классом ОСН характеризуются более высокими значениями ММП-9 и

ММП-1, что закономерно связано с большей площадью поражения миокарда. У пациентов с более высоким классом ОЧН определяются более высокими значениями ММП-9 и ММП-1, что обусловлено большей площадью поражения миокарда.

В научных работах было показано, что у пациентов с ОКСпСТ на 3–5-е сутки после начала заболевания выявлены высокие значения ММП-9 и ТИМР-1, что связано с воспалением и деградацией ЭЦМ. Высокие значения ММП-9 на 3–5-е сутки заболевания сопоставлялись с параметрами ЭХОКГ, характеризующими дезадаптивное ремоделирование миокарда через 3 месяца после инфаркта миокарда с подъемом сегмента ST. Высокие уровни ТИМР-1 через 3 месяца были связаны с постинфарктным ремоделированием левого желудочка миокарда, что позволяет судить о вероятном развитии в долгосрочной перспективе клинической картины ХСН. Таким образом, эти биомаркеры могут быть применены как «суррогатные» критерии развития постинфарктного ремоделирования миокарда [2].

Из ряда научных работ [5] можно сделать выводы о действиях и функциях ММП и их ингибиторов для более полного понимания данной проблемы, а также привести примеры «научных стереотипов», навязанных литературными источниками:

1. Увеличение концентрации ММП не является всегда пагубным для миокарда, так как, например, при подавлении ММП-12 в период после 3 ч с начала инфаркта миокарда происходит развитие дисфункции и расширение полости левого желудочка (ЛЖ). ММП-12 стимулирует *in vivo* апоптоз нейтрофилов, что, соответственно, снижает степень воспалительного повреждения миокарда.

2. Измерение только активного фермента (протеазы) не характеризует в полной мере эту или иную протеазу, так как ММП не обязательно должна быть функционально активной, чтобы быть функционально значимой. Например, G. A. Vannikov et al. продемонстрировали, что про-ММП-9 в присутствии субстрата обладают ферментативной активностью без потери 10-кДа продомена.

3. ММП-2 и -9 не являются наиболее важными ММП, они лишь наиболее изучены, и, соответственно, количество публикаций по этой тематике наибольшее. По мнению M. L. Lindsey, скорее всего, это связано с использованием зимографии с желатином как одного из первых и удобных методов для измерения желатиназ. В настоящее время изучаются и другие ММП, в частности, ММП-7 и ММП-14, но все же существует большой пробел в знаниях о роли и других членов ММП в развитии сердечно-сосудистых заболеваний. В качестве примера приведем исследования A. Ducharme et al., которые выявили, что ММП-9 не играет основной роли в ранней фазе воспаления (самого прогностически опасного периода) после смоделированного инфаркта миокарда (путем тотальной коронарной окклюзии) у лабораторных животных.

4. ММП не действуют в организме строго внеклеточно. Они могут изменять количество белка в цитоплазме, митохондриях и ядре. Данные о внутриклеточном синтезе кардиомиоцитами ММП при определенных условиях мы оговаривали выше, поэтому приведем еще один пример. Шульц и др. показали, что ММП-2 имеет внутриклеточные субстраты для своего действия в кардиомиоцитах, одним из которых является тропонин. Аналогичным образом ММП-9 и ММП-11 могут расщеплять белки цитоскелета актинин и актин. Считается, что вышеперечисленные субстраты играют важную роль в реагировании миокарда на ишемию и реперфузию.

Также подтверждением того, что ММП-2 и ММП-9 являются наиболее изученными, но не наиболее значимыми в диагностике сердечно-сосудистой патологии подтверждается результатами целого ряда исследований [6]. В них было продемонстрировано, что наиболее реагирующими на раннее ремоделирование внутрисосудистое воспаление являются металлопротеиназы ТИМР1, ММП 1, ММП 7, при этом результаты регрессионного анализа позволяют заключить, что определение последней можно использовать в качестве маркера повреждения миокарда. Выявлена прямая корреляционная взаимосвязь в группе с инфарктом уровня коллагена с маркерами повреждения (тропонин I, МВ КФК), морфофункциональными пара-

метрами сердца, ММР 1, 2, 3 и 7, обратная с показателем СКФ. Использование определения копептина в первый час госпитализации с дополнительной оценкой при первоначальном отсутствии прироста его уровня в динамике через 6 часов возможно применять с целью диагностики или исключения повреждения миокарда. Использование ММР, который показал довольно сильную прямую взаимосвязь с копептином, возможно как дополнительный маркер повреждения миокарда [6].

Также одним из новых биомаркеров ОКС является пентраксин-3. Пентраксины являются семейством древних белков, имеющих общую структуру от паукообразных до млекопитающих. Термин «пентраксин» впервые использован для С-реактивного белка (CRP), имеющего структуру из пяти субъединиц. На основании первичной структуры все пентраксины разделили на 2 класса: коротко- и длинноцепочечные белки. Они распознают измененные молекулы макроорганизма и большое количество экзогенных патогенных веществ, проявляя свойства белков острой фазы воспаления [10]. К короткоцепочечным пентраксинам относятся сывороточный амилоид А (SAP) и С-реактивный протеин (CRP), вырабатываемые в ответ на провоспалительные стимулы (в основном на ИЛ-6) преимущественно печенью. К длинноцепочечным пентраксинам относят нейральные пентраксины 1 и 2 (NPTX1, NPTX2), пентраксин-3 (PTX3) и нейральный рецептор пентраксина (NPR). Если С-терминальная часть белковой молекулы РТХ3 аналогична CRP и SAP, то N-терминальный конец не имеет гомологии с короткоцепочечными пентраксинами. Основные источники РТХ3: миелоидные дендритные клетки, моноциты и макрофаги, клетки альвеолярного эпителия, эндотелиальные клетки, адипоциты, фибробласты, гладкомышечные клетки, клетки синови и хондроциты. В нормальных условиях уровень сывороточного РТХ3 незначителен (менее 2 нг/мл у человека), при эндотоксиновом шоке, сепсисе и других воспалительных и инфекционных процессах он быстро возрастает с пиком в 6–8 ч до значительных величин (200–800 нг/мл) [12].

В научных исследованиях определено, что повышенная экспрессия пентраксин-3 связана с острым коронарным синдромом, а высокие плазменные уровни РТХ3 являются предикторами неблагоприятных клинических исходов у пациентов с сердечной недостаточностью [7].

Повышение уровня РТХ3 в периферической крови ассоциировано с наличием диастолической дисфункции как у пациентов без признаков ХСН, так и при ХСН с сохраненной фракцией выброса левого желудочка (далее – СФВ ЛЖ). Повышенные уровни этого [9] маркера могут указывать на ишемию и воспаление при диастолической дисфункции и ХСН с СФВ ЛЖ. Было продемонстрировано, что уровни РТХ3, наряду с ИЛ-6 и CRP, в меньшей степени были повышены при ХСН с СФВ ЛЖ, в то время как концентрация ФНО-α повышалась аналогично в обоих вариантах течения ХСН. При ХСН с систолической дисфункцией РТХ3 используют в качестве предиктора прогноза. РТХ3 как маркер воспаления, который ассоциируют с метаболическим синдромом, является маркером развития ХСН с СФВ ЛЖ. При коморбидной патологии – ожирении и сахарном диабете, – индуцирующей провоспалительный статус в коронарном микроциркуляторном русле, он демонстрирует четкую связь с ремоделированием желудочков и развитием ХСН с СФВ ЛЖ [8]. Было отмечено, что у больных ХСН с СД 2-го типа уровень РТХ3 не изменялся после назначения гипогликемической терапии, в частности, глимепирида, в то время как уровень мозгового натрийуретического пептида достоверно снижался. Также было продемонстрировано, что уровень описываемого маркера был повышен у больных с фибрилляцией предсердий и значимо выше в крови, взятой из ушка левого предсердия, в сравнении с концентрацией в периферической крови, что может отражать местное воспаление, способствующее возникновению фибрилляции предсердий. Более высокие уровни РТХ3 были связаны с повышенной смертностью после перенесенного инсульта. В то же время мы не нашли в литературе данных об участии этого маркера воспаления в патогенезе артериальной гипертензии, а также взаимосвязи с полом и возрастом, что вызывает особый интерес в проведении дальнейших исследований этого направления. Таким образом, определение уровня пентраксина-3 в широкой практике может расширить диагностические и прогностические критерии, что даст возможность более

ранней и точной диагностики и соответствующей коррекции лечения у больных с сердечно-сосудистыми заболеваниями, в частности, ишемической болезнью сердца и хронической сердечной недостаточностью, как с сопутствующей коморбидной патологией – сахарным диабетом 2-го типа и ожирением, так и без нее. Однако спектр диагностических возможностей данного маркера может оказаться значительно ценнее и требует дальнейшего изучения.

Литература

1. Бокарев И. Н., Аксенова М. Б., Хлевчук Т. В. Острый коронарный синдром и его лечение : учеб. пособие для вузов. 2-е изд., испр. и доп. М. : Практич. медицина, 2009. 172 с.
2. Нестерова Н. Н., Кухарчик Г. А., Гайковая Л. Б., Морозова А. М., Константинова И. В., Сердюков С. В. Содержание матриксных металлопротеиназ и их ингибиторов и ремоделирование миокарда у пациентов перенесших острый коронарный синдром с подъемом сегмента ST // Здоровье – основа человеческого потенциала: проблемы и пути решения. 2012. № 3. С. 416–421.
3. Лесниченко И. Ф., Грицаев С. В., Капустин С. И. Матриксные металлопротеиназы: характеристика, роль в лейкозогенезе и прогностическое значение // Бюллетень со РАМН. 2014. Т. 34, № 6. С. 13–16.
4. Печерина Т. Б. Роль матриксных металлопротеиназ в оценке раннего и отдаленного прогноза у больных инфарктом миокарда с подъемом сегмента ST : дис. ... канд. мед. наук. Кемерово, 2014. 152 с.
5. Прудников А. Р., Щупакова А. Н. Матриксные металлопротеиназы: роль в развитии постинфарктного ремоделирования миокарда // Регионарное кровообращение и микроциркуляция. 2018. № 17 (1). С. 13–24.
6. Сукманова И. А., Танана О. С., Пономаренко И. В., Косоухов А. П. Клиническое и диагностическое значение копептина и матриксных металлопротеиназ у пациентов с острым коронарным синдромом // Современные проблемы науки и образования. 2017. № 5. С. 30–38.
7. Молотягин Д. Г., Кудрявцев А. А. К вопросу диагностической значимости пентраксина-3 как маркера хронического воспаления у больных с кардиальной патологией и коморбидностью // Научные достижения и открытия современной молодежи : материалы Междунар. науч.-практич. конф. 17 февраля 2017 г. Пенза : Наука и просвещение, 2017. С. 1373–1375.
8. Doni A., Michela M., Bottazzi B. et al. Regulation of PTX 3, a key component of humoral innate immunity in human dendritic cells: stimulation by IL-10 and inhibition by IFN gamma // J. Leukocyte Biology. 2006. Vol. 79. P. 797–802.
9. Kirkpatrick L. L., Matzuk M. M., Dodds D. C. et al. Biochemical interactions of the neuronal pentraxins. Neuronal pentraxin (NP) receptor binds to taipoxin and taipoxin-associated calcium-binding protein 49 via NP1 and NP2 // J. Biol. Chem. 2000. Vol. 275. P. 17786–17792.
10. Mantovani A., Garlanda C., Doni A. et al. Pentraxins in Innate Immunity: From C-Reactive Protein to the Long Pentraxin PTX 3 // J. Clin. Immunol. 2008. Vol. 28. P. 1–13.
11. Matrix metalloproteinases in patients with myocardial infarction and percutaneous revascularization / R. Eckart, C. Ueyehara, E. Shry et al. // J. Interv. Cardiol. 2004. Vol. 17. P. 27–31.
12. Moalli F., Jaillon S., Inforzato A. et al. Pathogen Recognition by the Long Pentraxin PTX 3 // J. Biomed. Biotechnol. 2011. Vol. 5. P. 15

УДК 616.61-008.64

Долгополова Д. А.

ГОРОД СУРГУТ КАК ОРИЕНТИР КАЧЕСТВА ЖИЗНИ ПАЦИЕНТОВ, НАХОДЯЩИХСЯ НА ПРОГРАММНОМ ГЕМОДИАЛИЗЕ

Проведена оценка качества жизни 64 пациентов, находящихся на программном гемодиализе в г. Сургуте, с использованием опросника Kidney Disease Quality of Life Short Form (KDQOL-SF™). Выделены кластеры ведущих шкал опросника KDQOL-SF™, определяющих качество жизни пациентов, находящихся на гемодиализе в г. Сургуте. Высокий уровень «Поддержки диализного персонала» и «Ощущение социальной поддержки» у пациентов г. Сургута вне зависимости от стажа диализной терапии определены уровнем экономического развития региона.

Ключевые слова: хроническая болезнь почек, гемодиализ, качество жизни.

Регистрация поздних стадий хронической болезни почек (далее – ХБП), требующих экстракорпоральных методов терапии, в последние годы значительно возросла во всем мире [1, 2]. Важное значение приобрело качество жизни (далее – КЖ) пациентов [4], которые сохраняют зависимость от процедуры диализа, оборудования, персонала, диеты, водно-солевого режима, приема лекарственных средств и т. д. [6]. Климатогеографические условия, социально-экономический статус также оказывают непосредственное влияние на КЖ. Оценка КЖ у пациентов на гемодиализе (далее – ГД), проживающих в северных регионах, в современной литературе не нашла отражения, что определило актуальность настоящего исследования.

Цель исследования: определить особенности качества жизни пациентов, находящихся на программном гемодиализе, проживающих в г. Сургуте.

Материал и методы. В годовое проспективное исследование было включено 64 пациента в возрасте от 33 до 68 лет (средний возраст $57,3 \pm 7,4$ лет), получавших лечение ГД не менее 3 месяцев в Центре диализа на базе Сургутской окружной клинической больницы. Соотношение мужчин и женщин составило 1:1 (женщины – $n = 36$ (56,3 %), мужчины – $n = 28$ (43,7 %) ($p > 0,05$)).

Средняя продолжительность диализного периода составила $6,3 \pm 3,1$ лет. Процедуры выполнялись 3 раза в неделю по 4 часа. Пациентам регулярно проводили определение стандартных лабораторных показателей до диализа и после диализного лечения. Средний додиализный уровень мочевины составил $28,8 \pm 6,3$ ммоль/л, креатинина – $702,2 \pm 197,4$ мкмоль/л, калия – $4,7 \pm 0,6$ ммоль/л, натрия – $134,3 \pm 4,7$ ммоль/л, кальция – $2,2 \pm 0,3$ ммоль/л, фосфора – $2,3 \pm 0,6$ ммоль/л, общего холестерина – $5,1 \pm 1,2$ ммоль/л, паратгормона – $695,5 \pm 575,1$ пг/мл.

Критериями включения в исследование были: возраст старше 18 лет; больные с терминальной стадией ХБП; информированное согласие пациентов на участие в исследовании; лечение программным ГД более 3-х месяцев. Критерий исключения: отказ пациентов от исследования; нахождение на ГД менее 3-х месяцев.

Основным методом исследования послужил опросник Kidney Disease Quality of Life Short Form (KDQOL-SF™), который включает 36 общих вопросов и 43 специальных вопроса. Существует модифицированный И. А. Васильевой опросник, включающий 22 шкалы [1, 2, 3, 4, 5, 6]. Показатели каждой шкалы варьируют между 0 и 100 баллов, где 100 представляет полное здоровье.

Систематизацию и расчет материала выполняли с применением пакета программ «IBM SPSS Statistics 22». Для оценки межгрупповых различий использовался t – критерий Стьюдента. Данные представлены в виде $M \pm \sigma$, где M – средняя величина, σ – стандартное отклонение. Проверка выборки на нормальность распределения данных была проведена

с помощью критерия Колмогорова – Смирнова. Достоверными считали различия при $p < 0,05$. Вклад и влияние ведущих шкал опросника на качество жизни обследуемых пациентов определяли с помощью кластерного анализа.

Результаты и обсуждение. У всех пациентов в когорте обследуемых вне зависимости от диализного стажа и пола было выявлено снижение в общих шкалах КЖ по сравнению с общепопуляционными данными ($p < 0,05$).

Наиболее выраженные изменения в сравнении с общепопуляционными были получены по шкалам физического компонента, а также «Общая оценка здоровья», «Общее восприятие здоровья». Наиболее высокие показатели были отмечены по шкалам «Социальное функционирование», «Боль». Установлено, что показатели, отражающие психический и эмоциональный компоненты, оставались на сопоставимом с общепопуляционным уровнем ($p > 0,05$).

Нами было проведено сравнение показателей КЖ по гендерному признаку. У мужчин значительно ниже, чем у женщин оказалась только шкала «Общее восприятие здоровья» ($p = 0,05$), что соответствует данным, описанным в литературе [1, 2, 5, 6]. Однако, в отличие от проведенных ранее исследований, шкалы «Сексуальные функции» и «Ощущение социальной поддержки», как и показатели всех остальных шкал, а также суммарных физического и психологического компонентов были сопоставимы ($p > 0,05$).

Также мы оценили показатели КЖ в зависимости от стажа диализной терапии. В 1-й группе пациентов с диализным стажем до 1 года наблюдались самые низкие значения в шкалах: «Физическо-ролевое ограничение», «Эмоционально-ролевое ограничение», «Физический компонент здоровья», «Сексуальные функции», «Трудоспособность» и «Обремененность ХБП», и, напротив, самые высокие значения в шкалах: «Поддержка диализным персоналом», «Ощущение социальной поддержки», «Качество социального взаимодействия». Эти изменения объяснимы появлением в жизни пациентов новой процедуры, от которой они становятся зависимы, что вызывает эмоциональные и физические неудобства, которые, благодаря высококвалифицированной работе диализного персонала и социальной поддержки со временем нивелируются, что мы наблюдаем в группах с большим стажем диализной терапии.

Во второй группе пациентов с диализным стажем от 2-х до 5-ти лет по сравнению с 1-й группой нарастает «Обремененность ХБП», по-прежнему остается низкой «Трудоспособность», однако значительно возрастают «Сексуальные функции».

В 3-й группе (диализный стаж 6–10 лет) большинство показателей общих и специфических шкал являлись самыми высокими, с достоверной разницей в шкалах «Обремененность ХБП» ($p < 0,001$) и «Трудоспособность» ($p = 0,028$).

В группе пациентов с диализным стажем более 11 лет (4-я группа) почти во всех шкалах показатели КЖ были ниже по сравнению с 2-й и 3-й группой.

При детальном анализе опросника было выявлено, что больные чаще всего предъявляли жалобы: на упадок сил – 62,4 %; приступы слабости и головокружения – 60,5 %; мышечные боли – 59,2 %; кожный зуд и одышку – по 52,9 %; сухость кожи – 52,1 %. Большинство пациентов (82,5 %) к наиболее значимым стресс-факторам относили невозможность путешествовать. Также 74,6 % больных беспокоило ограничение в потреблении жидкости; 65,8 % – необходимость соблюдать диету; 63,3 % – способность выполнять домашнюю работу; 62,7 % – зависимость от медицинского персонала; 61,0 % – волнения, связанные с болезнью почек; 60,8 % – влияние болезни на внешность. Наименее значимым оказалось влияние болезни на половую жизнь – 39,3 %.

По результатам кластерного анализа получена дендрограмма кластеров шкал опросника KDQOL-SF™, определяющих КЖ пациентов на ГД в г. Сургуте (рисунок).

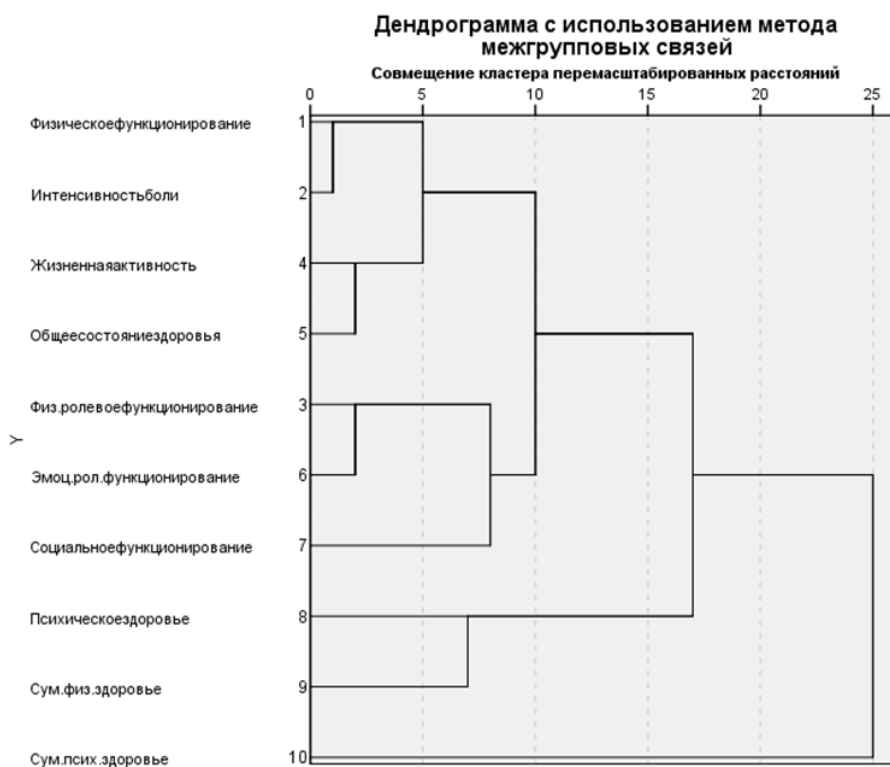


Рисунок. Дендрограмма кластеров основных шкал опросника KDQOL-SF™

Выводы. 1. У пациентов на программном ГД, проживающих в г. Сургуте, отмечается снижение КЖ в общих шкалах опросника KDQOL-SF™ ($p < 0,05$) в сравнении с общепопуляционными значениями. 2. У пациентов г. Сургута снижение КЖ происходит преимущественно за счет физического компонента при стабильных показателях психического и социального компонентов. 3. У мужчин, в отличие от женщин, значительно снижается шкала «Общее восприятие здоровья» ($p = 0,032$). 4. Выявлено резкое снижение КЖ у пациентов г. Сургута с диализным стажем до 1 года и свыше 10 лет ($p < 0,05$). 5. Выделены кластеры ведущих шкал опросника KDQOL-SF™, определяющих КЖ пациентов, находящихся на ГД в г. Сургуте. Отмечен высокий уровень «Поддержки диализного персонала» и «Ощущение социальной поддержки», что, в большей степени, обеспечивает КЖ у пациентов со стажем диализной терапии более 10-ти лет.

Литература

1. Васильева И. А. Особенности качества жизни больных с хронической почечной недостаточностью при лечении гемодиализом // Известия Рос. гос. пед. ун-та им. А. И. Герцена. 2008. № 57. С. 75–86.
2. Васильева И. А., Добронравов В. А., Панина И. Ю., Трофименко И. И., Смирнов А. В. Качество жизни больных на различных стадиях хронической болезни почек // Нефрология. 2013. № 17 (2). С. 60–65.
3. Васильева И. А., Смирнов А. В. Оценка качества жизни больных на гемодиализе при помощи опросника KDQOL-SF™ // Нефрология. 2017. № 21 (4). С. 55–60.
4. Малоч А. В., Ермоленко В. М., Шутов Е. В., Крылова М. И., Филатова Н. Н. Исследование качества жизни больных на лечении программным гемодиализом и перитонеальным диализом // Лечащий врач. 2011. № 1. С. 57–60.
5. Juergensen E., Wuerth D., Filkenstein S. H. et al. Hemodialysis and peritoneal dialysis: Patients assessment of their satisfaction with therapy and the impact of the therapy on their lives // Clin. J. Am. Soc. Nephrol. 2006. Vol. 1. P. 1191–1196.

6. Mosconi P., Appolone G., Mingardi G. Quality of Life and instruments in end-stage renal disease // J. Nephrology. 2008. Vol. 21. Suppl. 13. P. 107–112.

УДК 616.1+616.441-07

Ибадова А. М., Рыбалка О. О.

ОЦЕНКА РИСКА РАЗВИТИЯ САХАРНОГО ДИАБЕТА 2-ГО ТИПА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ШКАЛЫ FINDRISK

Исследование проведено на базе БУ Сургутской окружной клинической больницы, терапевтическое отделение № 3, проведено анкетирование пациентов кардиологического профиля $n = 51$, средний возраст – $61 \pm 4,8$ лет. Из них мужчин – $n = 34$, средний возраст – $61 \pm 1,9$ лет. Женщин – $n = 17$, средний возраст – $61 \pm 1,8$ лет. Учитывая результаты анкетирования, произведена оценка риска развития СД 2-го типа в ближайшие 10 лет с использованием шкалы FINDRISK.

Ключевые слова: сахарный диабет 2-го типа, шкала FINDRISK.

Актуальность. По прогнозам Международной федерации диабета к 2025 году количество больных СД в мире увеличится вдвое, а к 2030 году с этим диагнозом будет около 500 млн человек – грозит настоящая пандемия. Ежегодно в мире каждые 10 сек. возникает 3 новых случая СД 2-го типа. Сахарный диабет становится все более серьезной проблемой для здравоохранения европейских стран, он затрагивает лиц любого возраста и приводит к длительной утрате здоровья и ранней гибели больных [1].

Риск заболеть СД 2-го типа увеличивается в 2 раза при наличии ожирения I степени, в 5 раз – при ожирении II степени и более чем в 10 раз – при наличии тяжелой, III степени ожирения (WHO Study Group, 1997). В скрининг сахарного диабета необходимо включить и оценку риска заболевания СД 2-го типа в течение 10-летнего периода. Для этого разработана шкала FINDRISK, состоящая из 7 вопросов, на которые отвечает пациент.

Цель. Оценить риск возникновения СД 2-го типа в течение 10-летнего периода у пациентов кардиологического профиля, находящихся на стационарном лечении в БУ ХМАО – Югры СОКБ

Материалы и методы. Проведено анкетирование пациентов кардиологического профиля $n = 51$, средний возраст – $61 \pm 4,8$ лет. Из них мужчин – $n = 17$, средний возраст – $61 \pm 1,9$ лет. Женщин – $n = 34$ средний возраст – $61 \pm 1,8$ лет. Учитывая результаты анкетирования, произведена оценка риска развития СД 2-го типа в ближайшие 10 лет, с использованием шкалы FINDRISK[2], которая состоит из 7 вопросов, на которые пациент отвечает самостоятельно (учитывается возраст, ИМТ, частота употребления фруктов и овощей, регулярность занятий физическими упражнениями, регулярный прием гипотензивных препаратов, выявление гипергликемии, был ли у родственников сахарный диабет 1-го или 2-го типа) (табл. 1).

Таблица 1

1. Возраст	
0 баллов	Менее 45
2 балла	45-54
3 балла	55-64
4 балла	65 и более
2. ИМТ	
0 баллов	Менее 25 кг/м ²
1 балл	25-30

Окончание табл. 1

3 балла		Более 30
3. Как часто Вы едите овощи и фрукты?		
0 баллов		Каждый день
1 балл		Не каждый день
Объем талии	Мужчины	Женщины
0 баллов	Менее 94 см	Менее 80 см
3 балла	94–102 см	80–88 см
4 балла	Более 102 см	Более 88 см
4. Занимаетесь ли Вы физическими упражнениями регулярно?		
0 баллов		Да
2 балла		Нет
5. Принимали ли Вы когда-либо регулярно лекарственные препараты для снижения АД?		
0 баллов		Нет
2 балла		Да
6. Определяли ли у Вас когда-нибудь уровень сахара крови выше нормы?		
0 баллов		Нет
5 баллов		Да
7. Был ли у Ваших родственников сахарный диабет 1-го или 2-го типа?		
0 баллов		Нет
3 балла		Да: дедушка/бабушка, тетя дядя, двоюродные братья сестры
5 баллов		Да: родители, брат сестра или собственный ребенок

Результаты и обсуждение. В результате исследования обнаружили, что 86 % опрошенных были лица старше 45 лет, ИМТ более 30 кг/м² выявлен в 80 % случаев. При этом среди женщин 62 % (n = 21) были с ожирением, распределение по степеням ожирения: I степень – 42 %, II и III степени – 29 %. Среди мужчин ожирение выявлено у 5 пациентов (29 %), среди которых ожирение I степени встречалось у 80 %, II степени – у 20 %, III степень ожирения отсутствует в группе наблюдения у лиц мужского пола.

Объем талии более 88 см, что связано с высоким риском развития артериальной гипертензии, выявлен у 32 % женщин и у 24 % мужчин, объем талии составил более 102 см.

При проведении анализа анкетных данных выявлено, что 35 % пациентов нерегулярно употребляют свежие овощи и фрукты, и 45 % – нерегулярно занимаются физическими упражнениями. При этом обедненное фруктами и овощами меню и низкая приверженность к занятиям спортом с одинаковой частотой встречается и у мужчин и у женщин. 61 % из группы наблюдения постоянно принимают гипотензивные препараты, среди женщин это 68 % опрошенных, среди мужчин – 47 %. У 27 % – определялся повышенный уровень глюкозы крови, по результатам анкетирования среди женщин 21 % имели в анамнезе повышение уровня глюкозы крови, среди мужчин – 41 %.

У 16 % опрошенных выявлен отягощенный наследственный анамнез, при этом среди мужчин не было лиц с отягощенным наследственным анамнезом.

Для оценки риска развития сахарного диабета 2-го типа использованы данные, представленные в табл. 2.

Таблица 2

Оценки риска развития сахарного диабета 2-го типа

Общее количество баллов	Уровень риска СД	Вероятность развития СД, %
Менее 7	низкий	1
7–11	промежуточный	4
12–14	умеренный	17
15–20	высокий	33
Более 20	очень высокий	50

Учитывая полученные результаты, у 10 % пациентов выявлен низкий уровень риска развития СД 2-го типа в ближайшие 10 лет; у 43 % пациентов – промежуточный риск (4 %), у 22 % пациентов умеренный риск (17 %) и высокий риск (33 %) выявлен у 12 пациентов (24 %) и очень высокий у 1 человека (2 %).

Выводы: Таким образом, наше исследование показало важность раннего выявления факторов риска сахарного диабета 2-го типа и необходимость профилактических мероприятий с целью предотвращения дебюта заболевания. Пациентам с высоким и очень высоким риском развития СД 2-го типа необходимо уделять максимальное внимание при динамическом амбулаторном мониторинге. Особенное внимание уделять вопросам питания, регулярных занятий физической культурой, борьбе с ожирением. Уделять максимальное внимание модифицируемым факторам риска сахарного диабета 2-го типа.

Литература

1. Верткин А. Л. Коморбидный пациент. М. : Изд-во Э , 2015.с. 76.
2. Верткин А. Л. Коморбидный пациент. М. : Изд-во Э , 2015.с. 80.

УДК 616.9

Камка Н. Н., Магеррамова Р. Р., Азимова Б. А.

КЛИНИКО-ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ВИЧ-ИНФЕКЦИИ В Г. СУРГУТЕ

В статье представлено исследование группы пациентов с диагнозом «Инфекция, обусловленная вирусом иммунодефицита человека» («ВИЧ-инфекция»), пролеченных в инфекционном отделении № 1 Сургутской окружной клинической больницы (г. Сургут, Ханты-Мансийский автономный округ – Югра) за период 2017 года. Описаны клинико-эпидемиологические особенности течения данного заболевания.

Ключевые слова: ВИЧ-инфекция, антиретровирусная терапия, пневмония, туберкулез.

Актуальность. Ханты-Мансийский автономный округ – Югра – один из наиболее крупных, урбанизированных, быстроразвивающихся субъектов Российской Федерации. В связи с улучшением качества жизни, актуальной проблемой для подобных субъектов, к сожалению, является развитие наркобизнеса и, как следствие, увеличение заболеваемости ВИЧ-инфекцией. Несмотря на то, что к данному диагнозу проявляют особый интерес врачи, ученые, организаторы здравоохранения, заболеваемость в округе остается на высоком уровне. Еще в 2008 году показатели заболеваемости ВИЧ-инфекцией превышали средние значения по стране в 2,5 раза [3]. К 2016 году в восьми муниципальных образованиях автономного округа зарегистрировано свыше 1 % населения, проживающего с ВИЧ-положительным статусом, что говорит о генерализации эпидемического процесса [1]. Профилактические мероприятия, проводимые в округе, направлены в основном на среднестатистическое население и недостаточно охватывают уязвимые в плане заражения группы: лиц употребляющих внутривенные наркотические препараты, коммерческих секс-работников [3]. Кроме того, в Югре отмечается рост количества ежегодно регистрируемых летальных исходов у ВИЧ-инфицированных пациентов [2]. Разнообразие клинических проявлений, сложность выявления ВИЧ-инфекции на ранней стадии заболевания, сложность в постановке окончательного диагноза с учетом вторичных заболеваний, низкая приверженность к лечению ВИЧ-инфицированных пациентов и высокая летальность являются теми причинами, которые требуют постоянного изучения ВИЧ-инфекции.

Цель: выявить клинико-эпидемические особенности ВИЧ-инфекции в г. Сургуте.

Материалы и методы. Проанализировано 55 медицинских карт стационарного больного (форма 003/у) с заключительным клиническим диагнозом: ВИЧ-инфекция, проходивших стационарное лечение в инфекционном отделении № 1 Бюджетного учреждения «Сургутская окружная клиническая больница» в 2017 году.

Результаты исследования. При изучении медицинской документации мы выделяли значимые критерии в анамнезе заболевания: сроки жизни на Севере, занятость пациентов, пути передачи ВИЧ-инфекции. По гендерному признаку в доле исследуемых мужчины преобладали над женщинами (39 и 16 пациентов соответственно). Возрастной диапазон варьировал в пределах от 24 до 63 лет (среднее медианное значение на момент проведения исследования – 37 лет). В условиях крайнего Севера с рождения проживали 17 (30,9 %) пациентов, остальные пациенты имели небольшой срок жизни на Севере (менее 5 лет). Не работали 39 (70,9 %) пациентов. В большинстве случаев 34 (63,3 %) в анамнезе пролеченных пациентов были эпизоды приема инъекционных форм наркотических препаратов.

Впервые ВИЧ-инфекция была выявлена у 8 (14,5 %) человек. Самый ранний случай выявления ВИЧ в 1997 году.

Состояли на учете в центре профилактики и борьбы со СПИДом (синдромом приобретенного иммунодефицита) – 45 (81,8 %) человек, из них 37 (82,2 %) пациентов не принимали антиретровирусную терапию.

Среди пролеченных больных установлены следующие стадии заболевания по классификации В. И. Покровского:

1. ВИЧ-инфекция в стадии 2В – у 1 (1,8 %) пациента.
2. ВИЧ-инфекция в стадии 3 (латентная стадия) – у 1 (1,8 %) пациента.
3. ВИЧ-инфекция в стадии 4В – у 25 (45,5 %) пациентов.
4. ВИЧ-инфекция в стадии 4Б – у 25 (45,5 %) пациентов.
5. ВИЧ-инфекция в стадии 4А – у 3 (5,4 %) пациентов.

ВИЧ-инфекция протекала с развитием вторичных заболеваний:

- пневмонии различной этиологии выявлены у 29 (52,7 %) пациентов, в том числе наблюдалось 3 (5,4 %) случая пневмоцистной пневмонии;
- септицемия, вызванная различного рода возбудителями, зарегистрирована в 25 (45,5 %) случаях;
- туберкулез легких, костей, лимфоузлов выявлен у 16 (29 %) пациентов;
- заболевания сердца (эндокардиты, перикардиты) выявлены у 7 (12,7 %) больных;
- поражение центральной нервной системы в виде менингитов и менингоэнцефалитов различной этиологии (в том числе токсоплазменной) выявлены у 3 (5,4 %) пациентов.

Результаты проведенных исследований выявили клинико-эпидемиологические особенности ВИЧ-инфекции в г. Сургуте:

1. Среди жителей г. Сургута сохраняется напряженная эпидемическая ситуация по ВИЧ-инфекции.
2. Пролеченные в условиях стационара ВИЧ-инфицированные пациенты в большинстве случаев относились к когорте трудоспособного населения.
3. Преобладал парентеральный путь передачи, связанный с употреблением внутривенных наркотических препаратов.
4. У пациентов остается низкая приверженность к антиретровирусной терапии.
5. Большинство пациентов находились в четвертой стадии заболевания с проявлениями вторичных инфекций.
6. Наиболее распространенными вторичными заболеваниями у ВИЧ-инфицированных пациентов являлись заболевания органов дыхания (пневмонии), септицемии, обусловленные различными возбудителями, а также туберкулезом различной локализации.
7. Учитывая наличие данных проблем, следует усилить пропаганду здорового образа жизни среди населения, повышать приверженность ВИЧ-инфицированных пациентов к антиретровирусной терапии, усилить контроль над диспансерным учетом пациентов с ВИЧ-инфекцией, проводить ежегодные скрининговые обследования населения.

Литература

1. Бугаева Н. В. Эпидемиологический анализ заболеваемости ВИЧ-инфекцией в Ханты-Мансийском автономном округе – Югре по итогам 2016 года и прогноз на 2017–2019 гг. // Здравоохранение ЮГРЫ: опыт и инновации. 2017. № 3. С. 37–41.
2. Владимиров А. В. Динамика случаев смерти и структура их причин у ВИЧ-инфицированных пациентов в Ханты-Мансийском автономном округе – Югре // Вестник СурГУ. Медицина. 2017. № 3. С. 43–50.
3. Лазарева Т. В., Остапенко Н. А. Развитие эпидемии ВИЧ-инфекции в Ханты-Мансийском автономном округе – Югре в 2008 году // Здоровье населения и среда обитания. 2009. № 7. С. 26–31.

УДК 613.6.69(571.122): 616-008.1(571.122)

Каримов Р. Р., Попова М. А.

ПРОФИЛАКТИКА КАРДИОВАСКУЛЯРНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ У ВРАЧЕЙ ЭКСТРЕННОЙ ПОМОЩИ В СЕВЕРНОМ РЕГИОНЕ

Статья посвящена определению предикторов кардиоваскулярных заболеваний и их эффективной профилактики путем раннего выявления сердечно-сосудистых дисфункций в процессе профессиональной деятельности врачей с экстремальными условиями труда в северном регионе.

Ключевые слова: профилактика, кардиоваскулярные заболевания, врачи скорой помощи, северный регион.

Опасные тенденции ошибок оказания медицинской помощи врачами с «синдромом эмоционального выгорания», высокий уровень сердечно-сосудистой патологии среди врачей с напряженными условиями профессиональной деятельности, социальная напряженность в медицинской среде широко обсуждаются в медиа-пространстве и в среде профессиональных врачебных сообществ. Врачи, оказывающие экстренную медицинскую помощь в Ханты-Мансийском автономном округе – Югре, наряду с особенностями рабочего графика и высокой ответственности за принятие решения, подвержены климатическим влияниям, вызывающих напряженное функционирование регуляторных систем организма человека.

Цель. Определить предикторы кардиоваскулярных заболеваний и возможности их эффективной профилактики путем раннего выявления сердечно-сосудистых дисфункций в процессе профессиональной деятельности врачей с экстремальными условиями труда.

Материалы и методы. Проведена оценка функционального состояния центральной и вегетативной нервной системы, электрофизиологических изменений миокарда 38 врачей в возрасте от 25 до 57 лет, оказывающих экстренную помощь при круглосуточных дежурствах в приемно-диагностическом отделении многопрофильной Сургутской окружной клинической больницы.

Критерий включения: врачи экстренной помощи многопрофильной больницы.

Критерий исключения: диагностированные ранее ишемическая болезнь сердца и гипертоническая болезнь, прием любых лекарственных препаратов и биологически активных добавок в течение последнего месяца, перенесенные острые респираторные инфекции и воспалительные заболевания в течение последнего месяца.

Функциональное исследование состояния центральной нервной системы и вегетативной регуляции проводили на программно-диагностическом комплексе компании «Нейрософт» [1].

С помощью стандартизованных тестовых компьютерных программ отечественного диагностического комплекса «Поли-Спектр-8» («Нейрософт») определены скорость психомоторной реакции, способность к принятию решения, оценка степени ответственности у реаниматологов, врачей отделения скорой медицинской помощи, кардиологов и неврологов, а также проведено электрокардиографическое исследование в покое и в условиях ортостатической пробы с компьютерным анализом кардиоритмограммы и оценкой состояния вегетативной нервной системы (эйтония, парасимпатикотония, симпатикотония). Исследование проводили в условиях естественного эксперимента по алгоритму, разработанному в научно-исследовательской лаборатории «Здоровый образ жизни и охрана здоровья» Сургутского государственного педагогического университета для специалистов экстремального профиля [2, 3].

В среднем продолжительность функционального исследования состояния центральной и вегетативной нервной системы врачей на рабочем месте занимает 10 мин и не нарушает режим работы.

При анализе результатов учитывали возраст, пол, северный стаж, стаж работы с напряженным рабочим графиком, продолжительность ночного сна перед исследованием, среднюю продолжительность ночного сна, количество дежурств в ночное время в предшествующий исследованию месяц, индекс курящего человека у курильщиков, степень физической активности по заполненным врачами анкетам. Перед проведением исследования врачи давали письменное согласие на участие в нем и обработку персональных данных.

После функционального обследования провели сравнительный анализ показателей функционального состояния центральной и вегетативной нервной системы в подгруппах, обследованных с выявленными электрофизиологическими изменениями миокарда (нарушения реполяризации миокарда, нарушения ритма сердца) и в группе с нормальной электрокардиограммой. Для статистической обработки данных использовали лицензионную программу «Statistica 13.0», провели кластерный анализ количественных показателей электрокардиограммы, спектральных и временных характеристик кардиограммы, функциональных показателей центральной нервной системы. Различия качественных показателей оценивали по критерию χ^2 .

Результаты и выводы. Нарушения реполяризации в миокарде были выявлены у 23 (60,5 %) из 38 врачей нарушения ритма (синусовая тахикардия, синоатриальная и атриовентрикулярные блокады 1–2-й степени, миграция водителя ритма, предсердная и желудочковая экстрасистолия) зарегистрированы в 17 случаях (44,7 %).

В группе врачей экстренной помощи с нарушениями реполяризации миокарда выявлены более высокие средние показатели симпатической активности, чем в группе сравнения, отмечено снижение скорости психомоторной реакции, скорости принятия решений, снижение степени ответственности, преобладание уровня торможения в центральной нервной системе. Тем не менее, нарушения реполяризации встречались у врачей не только с повышенной симпатической активностью вегетативной нервной системы ($n = 14$), но и при парасимпатикотонии ($n = 5$) и эйтонии ($n = 4$).

Отмечено, что повышение симпатической активности вегетативной нервной системы и сочетание нарушений реполяризации миокарда с тахикардиями, желудочковыми экстрасистолиями чаще встречались у молодых врачей со стажем менее 5 лет с более высоким уровнем психического перенапряжения, чем у врачей со стажем оказания экстренной помощи более 5 лет и более.

Среди врачей со стажем оказания экстренной помощи более 5 лет (средний возраст $44,5 \pm 7,2$ лет) чаще встречалось сочетание нарушений реполяризации миокарда с блокадами сердца и суправентрикулярными нарушениями ритма, эйтония и парасимпатикотония, высокий уровень торможения ЦНС.

При кластерном анализе у врачей экстренной помощи с нарушениями реполяризации миокарда и нарушениями ритма (метаболическими кардиомиопатиями) независимо от возраста и стажа работы выявлена комбинация низкого уровня функциональной устойчивости систем и параметров высокой симпатической активности вегетативной нервной системы.

Заключение. Мониторирование функционального состояния центральной нервной и вегетативной нервной системы врачей экстремального профиля целесообразно проводить в динамике после отпуска и каждые 6 месяцев активного трудового периода.

В случае выявления низкой функциональной устойчивости систем, высокой симпатической активности целесообразно комплексное психологическое обследование, электрокардиографическое исследование в покое и при нагрузочных тестах.

При выявлении электрофизиологических изменений миокарда необходимо эхокардиографическое исследование, определение циркадного ритма артериального давления и проведение холтеровского мониторирования электрокардиограммы в условиях реальной рабочей нагрузки, включая ночные дежурства.

Профилактика кардиоваскулярных заболеваний у врачей экстренной помощи должна учитывать индивидуальные особенности напряжения регуляторных систем, наряду с традиционной немедикаментозной и фармакологической коррекцией факторов риска сердечно-сосудистой патологии.

Литература

1. Компьютерный комплекс для психофизиологического тестирования «НС-Психотест»: рук. по эксплуатации НСФТ 010999.001 РЭ. 2009. 41 с.
2. Попова М. А., Щербакова А. Э. Медико-биологические подходы к сохранению профессионального здоровья в ХМАО – Югре: метод. рекомендации / М. А. Попова., А. Э. Щербакова; Департамент образования и молодеж. политики ХМАО – Югры, СурГПУ; Науч.-исслед. лаб. «Здоровый образ жизни и охрана здоровья». Сургут: РИО СурГПУ, 2015. 41 с.
3. Щербакова А. Э., Каримов Р. Р. Диагностика профессионально важных качеств и профессиональной надежности представителей экстремальных видов деятельности в ХМАО – Югре: метод. рекомендации. СурГПУ. Сургут: РИО СурГПУ, 2017. 59 с.

УДК 616-036.12

Магомедова Р., Рыбалка О. О.

ПОКАЗАТЕЛИ БИОХИМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА КРОВИ У ПАЦИЕНТОВ С СИНДРОМОМ ГИПОТИРЕОЗА

В исследование были включены пациенты с синдромом гипотиреоза различной этиологии в диагнозе. Проведена оценка показателей биохимического анализа крови у пациентов с различной этиологией синдрома гипотиреоза.

Ключевые слова: синдром гипотиреоза, лабораторные исследования.

Актуальность. Гипотиреоз является одним из самых частых заболеваний эндокринной системы. По данным некоторых эпидемиологических исследований, в отдельных группах населения распространенность только субклинического гипотиреоза достигает 10–12 %. Гипотиреоз, в том числе и субклинический (далее – СГ), признан фактором риска ишемической болезни сердца (далее – ИБС) не только в связи с липидными нарушениями и влиянием на гемодинамику, но и в связи с коагуляционными и микроциркуляторными отклонениями [1]. Гипотиреоз в России встречается приблизительно с частотой 19 на 1000 у женщин и 1 на 1000.

Цель. Проанализировать изменения биохимических показателей крови больных с синдромом гипотиреоза, госпитализированных в клиничко-диагностический центр эндокринологии и эндокринной хирургии БУ «Сургутской окружной клинической больницы».

Материалы и методы. Ретроспективный анализ историй болезни пациентов эндокринологического отделения, которые находились на стационарном лечении в 2015 по 2016 г. с синдромом гипотиреоза ($n = 45$), средний возраст – $50 \pm 4,8$ лет. В обследование включены пациенты с наличием установленного и подтвержденного лабораторно синдрома гипотиреоза. Критериями исключения явились: наличие острых заболеваний: ОРВИ, пневмонии, туберкулеза в активной фазе, обострение патологии ЛОР – органов; острого нарушения мозгового кровообращения; наличие онкологического заболевания, старческий возраст, беременность. Учитывая критерии включения и исключения, в группу исследования вошло 40 человек, из них 32 женщины (80 %) и 8 мужчин (20 %), затем сформированы группы наблюдения. В первую группу наблюдения вошли пациенты с аутоиммунным гипотиреозом, $n = 22$ (54 %), из них женщин – 16 (73 %), мужчин – 6 (27 %), средний возраст $43 \pm 3,7$ лет. Во вторую – пациенты с первичным послеоперационным гипотиреозом, $n = 9$ (23 %); в группе присутствовали только женщины, средний возраст 58 ± 4 лет. В третью группу вошли пациенты с первичным гипотиреозом (кроме послеоперационного) $n = 9$ (23 %), из них женщин $n = 7$ (78 %), мужчин $n = 2$ (22 %), средний возраст $33 \pm 4,2$ лет.

Результаты и обсуждение. В группах наблюдения преобладали пациенты женского пола, при анализе показателей липидного обмена – во всех группах отмечается повышение уровня холестерина (1-я группа – 73 %, 2-я и 3-я группы 88 % соответственно) и ЛПНП (1-я группа – 82 %, 2-я и 3-я группы 67 % соответственно). Признаки синдрома цитолиза в виде повышения аспартатаминотрансферазы (далее – АСТ) и аланинаминотрансферазы (далее – АЛТ) отмечаются во всех группах наблюдения. Во всех группах наблюдения отмечается повышение показателей креатинина и мочевины, в большей степени при аутоиммунном гипотиреозе (18 %), в сравнении с 11 % при первичном гипотиреозе, в том числе при послеоперационном. Мочевая кислота была повышена у 11 % больных при первичном (в том числе послеоперационном) гипотиреозе и в 2 раза реже встречалась гиперурикемия при аутоиммунном гипотиреозе (5 %). Нарушения ионного состава крови чаще всего проявлялись в виде гипернатриемии и гиперкалиемии и чаще возникали при аутоиммунном гипотиреозе (соответственно 45 % и 23 %), при послеоперационном гипотиреозе данные нарушения встречались в 22 % случаев, реже ионные нарушения встречались при первичном гипотиреозе (кроме послеоперационного) в 11 % случаев. При оценке белкового обмена выявлено снижение показателей общего белка во всех трех группах наблюдения, более выраженные в группе первичного гипотиреоза (34 %).

Выводы. При проведении сравнительного анализа групп наблюдения выявлено, что у 80 % лиц отмечается нарушение липидного обмена в виде повышения холестерина и ЛПНП. Повышенные уровни атерогенных липидов способствуют прогрессированию атеросклероза, и при этом может повышаться риск сердечно-сосудистых событий [2].

Учитывая полученные результаты, более часто изменения биохимических показателей крови встречаются при аутоиммунном гипотиреозе, и они носят более выраженный характер по сравнению с первичным гипотиреозом, в том числе послеоперационным. Полученные данные могут указывать на то, что сопутствующие заболевания могут протекать тяжелее у лиц с аутоиммунным гипотиреозом.

Литература

1. Демидова Т. Ю., Галиева О. Р. Гипотиреоз, ожирение и ишемическая болезнь сердца // Ожирение и метаболизм. 2007. № 2. С. 56.
2. Мунир А. Р., Калягин А. Н. Заболевания сердечно-сосудистой системы у больных гипотиреозом // Сибир. мед. журнал. 2013. № 5. С. 28.

УДК 616-006.442

Сергеева А. А., Собянина П. К.

РЕАКТИВНОЕ МИКРООКРУЖЕНИЕ ЛИМФОМЫ ХОДЖКИНА

В статье представлены результаты изучения реактивного микроокружения при различных вариантах лимфомы Ходжкина. В настоящее время при дифференциальной диагностике злокачественных новообразований большое внимание уделяется иммуногистохимическому методу исследования (далее – ИГХ). При постановке диагноза морфологи в основном изучают только опухолевые клетки, не отдавая должного внимания реактивному клеточному фону. В работе освещена актуальность проблемы недостаточного изучения реактивного микроокружения (далее – РМ), уточняется практическое значение и перспектива использования данного направления и в клинической практике.

Ключевые слова: лимфома Ходжкина, реактивное микроокружение, варианты лимфомы Ходжкина, иммуногистохимия.

Лимфома Ходжкина (далее – ЛХ) – это злокачественная В-клеточная опухоль лимфатической системы, с выраженным реактивным полиморфноклеточным микроокружением. Характерным диагностическим признаком является наличие гигантских многоядерных клеток Рид – Березовского – Штернберга и одноядерных клеток Ходжкина.

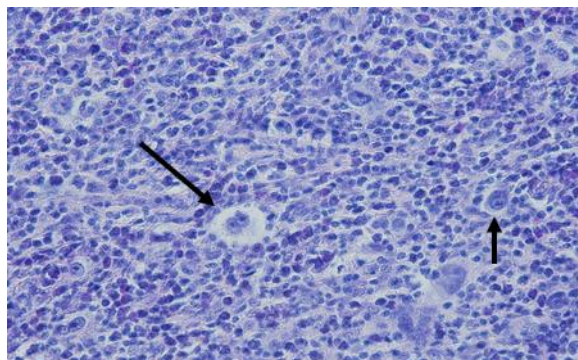


Рис. 1. Классическая лимфома Ходжкина в смешанно-клеточном варианте (г/э)

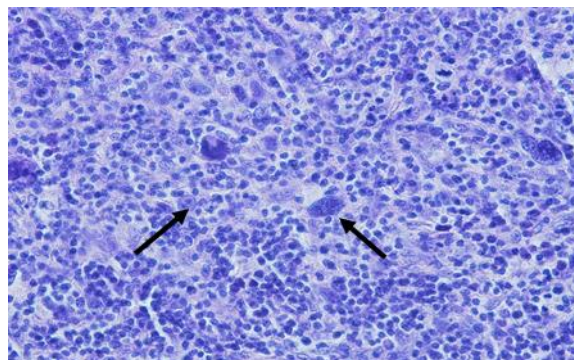


Рис. 2. Лимфома Ходжкина в смешанно-клеточном варианте с неклассическими диагностическими клетками (г/э)

На современном этапе огромное внимание уделяется иммуногистохимическому методу как основополагающему в дифференциальной диагностике лимфом Ходжкина с другими лимфомами. (рис. 1, 2). К сожалению, обращая внимание на диагностические клетки и их основные маркеры, не все морфологи отдают должное значение реактивному микроокружению. Маркерами являются поверхностные моноклональные (CD) и ядерные (Pax5, Ki67) антигены, экспрессируемые лимфоцитами, с помощью которых можно определить принадлежность атипичных клеток и клеток микроокружения к В- или Т-клеточной популяции. К основным маркерам диагностических клеток (В-лимфоциты) относятся CD15, CD30, CD20, Pax5, Ki67. Однако опухолевые клетки занимают лишь около 5 % от всего клеточного фона, а значит, РМ преобладает над опухолевым. Большая часть клеточного фона состоит из Т-лимфоцитов, неопухолевых В-лимфоцитов, NK-клеток, эозинофилов, нейтрофилов, лаброцитов, оказывающих влияние на пролиферацию и дифференцировку диагностических клеток [3]. Между опухолевыми клетками и клетками реактивного микроокружения существует тесная взаимосвязь, клетки Рид – Березовского – Штернберга (далее – РБШ) выделяя-

ют различные хемоаттрактанты для Т-лимфоцитов: CCL17/TARC, CCL22, CCL5, IL-4, IL-5, IL-10, IL-13 [2]. В данной работе мы изучили взаимодействия между диагностическими клетками и Т-лимфоцитами. К маркерам Т-клеток, изученных в нашей работе, относятся: CD4, CD8, CD3, CD57 (табл. 1).

Таблица 1

Краткая характеристика Т-клеточных маркеров [1]

CD4	Маркер Т-клеток хелперов/индукторов и их опухолей .
CD8	Маркер Т-клеток-киллеров/супрессоров, оказывают цитотоксический эффект .
CD3	Поверхностный антиген Т-лимфоцитов, передает внутриклеточный сигнал к клеточному ядру, отмечается розеткообразование из Т-клеток вокруг опухолевых клеток
CD57	Антиген субпопуляций Т-лимфоцитов, НК-клеток

Цель исследования: изучить реактивное микроокружение различных вариантов лимфомы Ходжкина, выявить закономерности, провести сравнительный анализ и уточнить практическое значение в медицине.

Материалы и методы. Материалом являлись биоптаты лимфатических узлов, взятые у людей с различными вариантами лимфомы Ходжкина (30 случаев), с целью выявления иммуногистохимических маркеров реактивного микроокружения. (Для исследования были использованы архивные материалы ПКПБ). Исследование проводилось на микроскопе Olympus BX 41.

Результаты исследования. Изучив реактивное микроокружение лимфомы Ходжкина, мы выявили следующие количественные соотношения: в варианте – нодулярный склероз CD4 занимает 60–70 % всего реактивного микроокружения (рис. 3), CD8 – 40–55 % (рис. 4), CD3 – 80–90% (рис. 5), CD57 – 3–5 % (рис. 6). В смешанно-клеточном варианте: CD4 – 70–85 % (рис. 7), CD8 – 30–40 % (рис. 8), CD3 – 80–90 % (рис. 9), CD57 – негативный (рис. 10). В варианте лимфоидного преобладания: CD4 – 70–75 % (рис. 11), CD8 – 40–50 % (рис. 12), CD3 – 90–100 % (рис. 13), CD57 – 5–10 % (рис. 14). ($p < 0,005$). Таким образом, процентное соотношение маркеров Т-клеточного микроокружения (реактивного) в различных вариантах лимфомы Ходжкина колеблется с незначительной разницей. Из чего следует, что реактивный фон не зависит от варианта и является общепатологической реакцией для всех вариантов лимфомы Ходжкина.

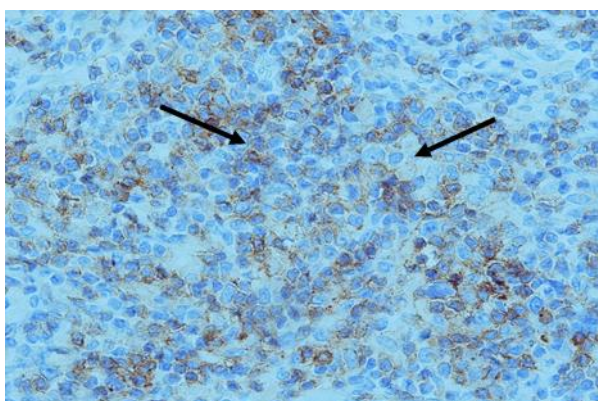


Рис. 3. CD4; опухолевый субстрат представлен клетками Ходжкина

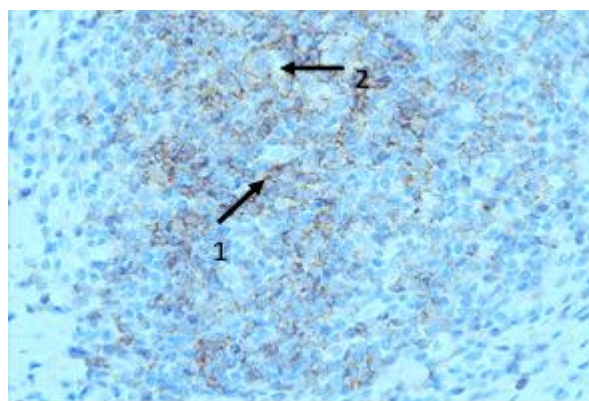


Рис. 4. CD8: 1 – клетка Ходжкина; 2 – цитотоксический эффект

Нодулярный склероз

Лимфома Ходжкина в варианте нодулярный склероз характеризуется триадой морфологических признаков: склероз, лакунарные клетки, клетки РБШ-клетки.

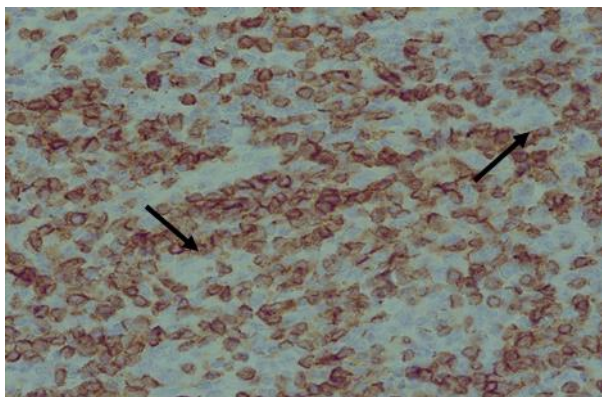


Рис. 5. CD3; стрелками указано розеткообразование вокруг клеток Рид-Березовского-Штернберга

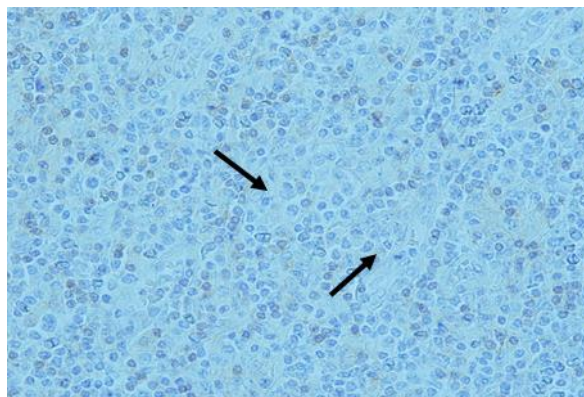


Рис. 6. CD57; диагностические клетки указаны стрелками, имеются гранулы перфорина и гранзима

Смешанно-клеточный вариант

Опухолевым субстратом в смешанно-клеточном варианте ЛХ, как правило, являются «классические» клетки Ходжкина и Рид – Березовского – Штернберга, также могут присутствовать мумифицированные клетки [1].

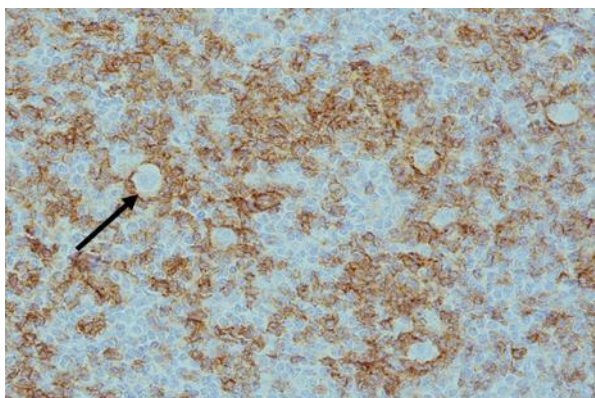


Рис. 7. CD4; розеткообразование Т-хелперов

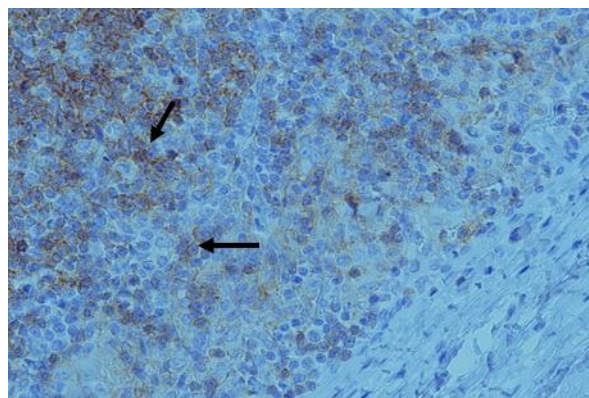


Рис. 8. CD8; стрелками указаны диагностические клетки

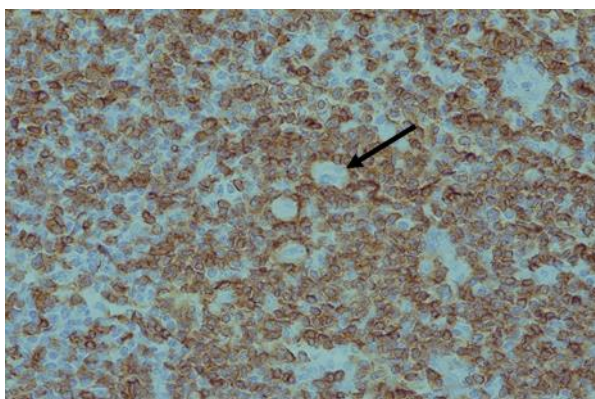


Рис. 9. CD3; L&H клетки с формированием вокруг них розеток из Т-лимфоцитов

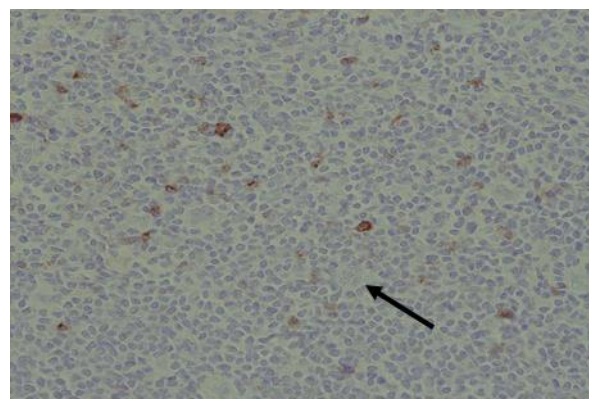


Рис. 10. CD57; диагностическая клетка на фоне мелкоклеточного реактивного лимфоидного окружения

Лимфоидное преобладание

Рисунок строения лимфоузла totally стерт за счет нодулей с компактно расположенными мелкими лимфоидными клетками, опухолевый субстрат представлен клетками Ходжкина, Рид – Березовского – Штернберга, L&H клетками [1].

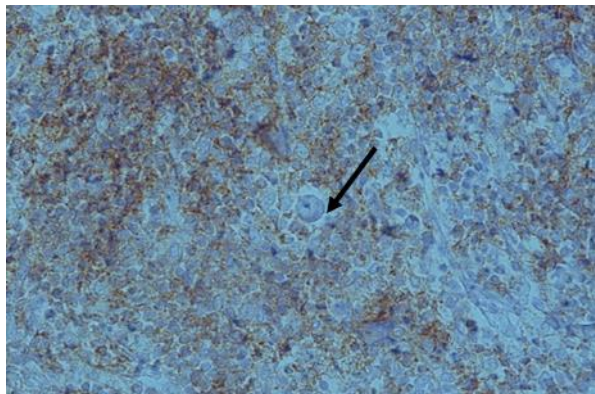


Рис. 11. CD4; стрелкой указана клетка Ходжкина, окруженная Т-хелперами

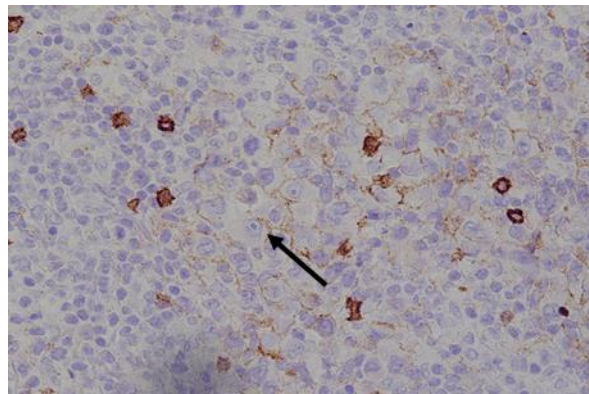


Рис. 12. CD8; цитотоксический эффект Т-киллеров

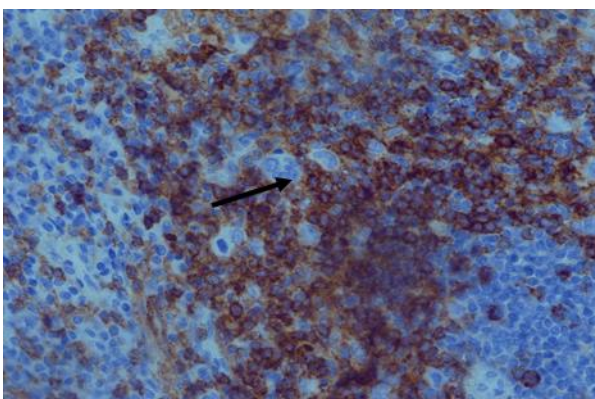


Рис. 13. CD3; вокруг опухолевых клеток отмечаются розеткоподобные структуры, мумифицированная клетка

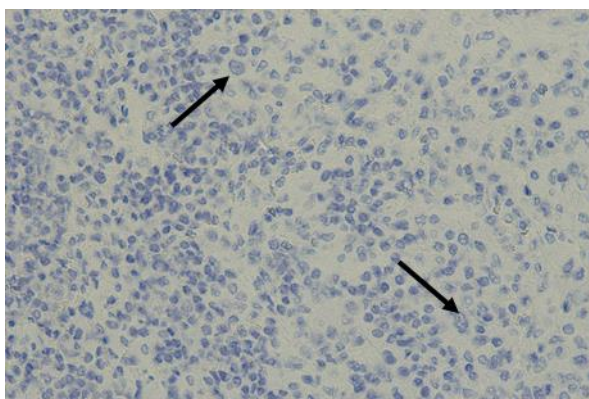


Рис. 14. CD57; негативное окрашивание, стрелками указаны опухолевые клетки

Выводы: основываясь на результатах исследования, можно утверждать, что реактивное микроокружение играет важную роль, как в патологии лимфомы Ходжкина, так и других злокачественных новообразованиях. Именно поэтому при морфологической диагностике онкологических заболеваний необходимо оценивать неопухолевый клеточный фон наряду с диагностическими клетками. Реактивный клеточный фон может оказывать поддерживающее или угнетающее влияние на клетки Рид – Березовского – Штернберга и клетки Ходжкина, а следовательно, можно предполагать, что при воздействии на клетки микроокружения можно стимулировать собственный иммунитет на уничтожение опухоли [4]. Таким способом можно добиться большей эффективности лечения, избежать побочных эффектов химиотерапии, улучшить соматический статус больных.

Литература

1. Ковригина А. М. Лимфома Ходжкина и крупноклеточные лимфомы. М. : Мед. информ. агентство, 2007. 216 с.
2. Santosha V. The immune microenvironment in Hodgkin lymphoma: T cells, B cells, and immune checkpoints // Haematologica. 2016. № 7. С. 794–802.

3. Aldinucci D. The classical Hodgkin's lymphoma microenvironment and its role in promoting tumour growth and immune escape // The journal of pathology. 2010. № 3. С.248–263.
4. Ramni K. Treatments targeting Hodgkin's lymphoma microenvironment – a review of immune checkpoint inhibitors // Translational cancer research. 2017. № 1. С.104–108.

УДК 617.7

Суббота Е. Ю., Ваикулатова Э. А., Санторо Э. Ю.

ЛЕЧЕНИЕ ОККЛЮЗИИ ВЕН СЕТЧАТКИ В СОВРЕМЕННОЙ ОФТАЛЬМОЛОГИИ

В статье представлен результат лечения 40 пациентов с ретинальными окклюзиями. Проведено изучение изменения офтальмологического статуса на фоне применения многоэтапного лечения. Анализ полученных результатов позволил оценить проведенную терапию, как эффективную, повышающую качество жизни пациентов данной группы.

Актуальность. Окклюзия вен сетчатки (далее – ОВС) – нарушение ретинального венозного кровотока, обусловленное тромбозом центральной вены сетчатки или ее ветвей [1]. Осложнением ОВС является развитие посттромботической ретинопатии, которая развивается через 1–3 месяца после острого нарушения кровообращения в венозном русле сетчатки, а основной причиной снижения зрения – формирующийся макулярный отек [2].

Важная задача современной офтальмологии – поиски способов лечения пациентов с ОВС, борьба с развитием осложнений. С 2011 года в России предложена Европейская концепция ведения пациентов с данной патологией, согласно которой алгоритм лечения пациентов проходит в три этапа: 1 – противовоспалительная терапия (интравитреальное введение (ИВВ) кортикостероидов); 2 – блокада патологической неоваскуляризации (ИВВ ингибитора ангиогенеза); 3 – борьба с гипоксией (лазерная коагуляция сетчатки (далее – ЛКС)). С 2014 года данный алгоритм используется в Офтальмологическом центре Окружной клинической больницы г. Ханты-Мансийска.

Цель работы: оценка результатов лечения пациентов с ОВС за 2014–2017 гг. в Офтальмологическом центре Окружной клинической больницы г. Ханты-Мансийска с использованием современных методов лечения.

Материалы и методы. За данный период наблюдалось 40 пациентов с ОВС. У 4 пациентов диагностирован МО при окклюзии центральной вены сетчатки, у остальных – при окклюзии ветви центральной вены сетчатки. Средний возраст пациентов составил 56 лет. Мужчин – 40 %, женщин – 60 %. Исходная максимальная острота зрения составила от 0,4 до 0,05 (средняя $0,28 \pm 0,16$). Толщина сетчатки в макулярной области по данным оптической когерентной томографии (далее – ОКТ) – от 443 до 873 мкм (средняя $584,2 \pm 150,1$ мкм).

Средняя продолжительность лечения наблюдаемых пациентов составляла 3 года. В остром периоде заболевания (2–3 месяца от возникновения тромбоза) целью лечения являлось устранение воспаления, кровоизлияний, уменьшение макулярного отека, для этого пациентам проводилось ИВВ импланта дексаметазона (препарат Озурдекс). Через 3–9 месяцев для предотвращения формирования новообразованных сосудов, рецидивов кровоизлияний был интравитреально введен препарат Ранибизумаб. Далее, по истечению 2-х недель проводилась ЛКС, с целью ограничения неперфузируемых зон, профилактики развития неоваскуляризации и вторичной глаукомы.

Исходя из сроков возникновения и течения заболевания, комбинация всех трех представленных видов лечения применялась у 20 человек. Препарат Озурдекс вводился пациентам однократно, количество ИВВ ранибизумаба варьировало от 1 до 5 инъекций, ЛКС до 3-х сеансов. В настоящее время на очередном этапе лечения находятся 20 человек.

Результаты. Толщина сетчатки по данным ОКТ спустя 3 года от начала лечения уменьшилась у 100 % пациентов до восстановления фовеолярного профиля. Острота зрения

повышалась на 0,05–0,5 в момент регресса отека сетчатки. Эффект сохранения остроты зрения и толщины сетчатки в течение лечения наблюдался у 13 пациентов (68 %), так как данные пациенты были максимально привержены к терапии.

Выводы. В арсенале врачей офтальмологов имеются современные, патогенетически обоснованные методы лечения пациентов с ОВС, которые в последовательной комбинации увеличивают шансы на сохранение зрения, уменьшение рецидивов формирования МО, в результате чего повышается качество жизни пациента, его трудоспособность.

Литература

1. Будзинская М. В., Мазурина Н. К., Егоров А. Е., Куроедов А. В., Лоскутов И. А., Плюхова А. А., Разик С., Рябцева А. А., Симонова С. В. Алгоритм ведения пациентов с ретинальными венозными окклюзиями // Вестник офтальмологии. 2015. Т. 131, № 6. 25 с.
2. Тульцева С. Н. Окклюзия вен сетчатки. Спб. : Изд-во Н-Л, 2010. 112 с.

УДК 616.127-005.8

Урванцева И. А., Воробьев А. С., Гаулика С. О., Хорина М. Ю.

КЛИНИЧЕСКАЯ РОЛЬ ФАКТОРА ФОН ВИЛЛЕБРАНДА У ПАЦИЕНТОВ С ОСТРЫМ КОРОНАРНЫМ СИНДРОМОМ

Одним из наиболее частых механизмов повреждения коронарных артерий, лежащих в основе развития острого коронарного синдрома является атеротромбоз, обусловленный не только повреждением поверхности атеросклеротической бляшки с обнажением субэндотелиальных структур, но и активацией адгезивных белков, в частности фактора фон Виллебранда. За последние 10–15 лет внимание международных исследователей сфокусировано на роли фактора фон Виллебранда в развитии, характере течения и прогностической значимости у больных острым коронарным синдромом.

Ключевые слова: гемостаз, дисфункция эндотелия, фактор Виллебранда, острый коронарный синдром.

Фактор фон Виллебранда (англ. Von Willebrand Factor, фВ) представляет собой высокомолекулярный мультимерный гликопротеин плазмы крови с молекулярной массой 250–20 000 кДа. Ген, кодирующий фВ, локализуется на коротком плече 12-й хромосомы. фВ имеет важное значение в адгезии тромбоцитов к поврежденной стенке сосуда в процессе сосудисто-тромбоцитарного (первичного) гемостаза. Кроме того, в плазме крови эта молекула образует нековалентный комплекс с VIII фактором свертывания, который необходим для его стабилизации в кровотоке и защиты от протеолитической инактивации. Специфика действия фВ заключается в том, что в отличие от остальных механизмов адгезии, он обеспечивает надежную фиксацию тромбоцитов в условиях высокой скорости кровотока, где сила тока крови значительно препятствует формированию прочной гемостатической пробки [1].

Производство фВ осуществляется локализующимися в клетках эндотелия сосудов тельцами Вейбеля – Паладе, мегакариоцитами, α -гранулами тромбоцитов, а также субэндотелиальной соединительной тканью. На долю эндотелия приходится 78–79 % всего циркулирующего фВ, мегакариоцитов – 20 %, тромбоцитов – 1–2 %. Концентрация в норме составляет 10 мкг/мл [3].

Существуют быстрый и поддерживающий вид секреции фВ. Быстрая секреция запускается при высвобождении фВ из телец Вейбеля – Паладе. К факторам, запускающим

этот процесс, относят биологически активные вещества, такие как гистамин, лейкотриены, супероксид-ион, эндотоксины, интерлекин-1, фактор некроза опухоли- α , а также факторы системы гемостаза (тромбин, фибрин, плазмин, аденозиндифосфат). Длительный подъем активности фВ отмечается при таких состояниях, как гемолитическая анемия, сахарный диабет, опухолевый рост, цирроз печени, физиологическая беременность, острый коронарный синдром (далее – ОКС) [5].

Мономер фВ – это белковая молекула, включающая 2050 остатков аминокислот. Домены, которые включают каждый из мономеров, отвечают за выполнение определенных функций: домен D/D3 связывает антигемофильный глобулин А, предотвращая таким образом его лизис пептидазами; домен А₁ отвечает за связь фВ с гликопротеином Ib тромбоцитов и гепарином; домен А₃ – связывает коллаген; домен С₁ – в случае активизации агрегационной способности тромбоцитов связывает тромбоцитарный интегрин; домен «цистеиновый узел», который обнаруживается в структуре тромбоцитарного фактора роста, трансформирующего фактора роста- β и хорионического гонадотропина человека- β [1, 3].

В дальнейшем происходит N-гликозилирование мономеров, затем осуществляется их сборка в димерные и мультимерные структуры за счет дисульфидных мостиков. Лишь крупные мультимеры фВ функционально адаптированы. Отличительной чертой фактора Виллебранда является то, что несет в себе антигены группы крови АВО [1, 9].

Разрушение фактора фон Виллебранда осуществляет металлопротеиназа ADAMTS13, которая разрезает VWF между остатками тирозина 842 и метионина 843 в домене А2. Мультимеры распадаются на составляющие, которые легко разрушаются пептидазами сыворотки крови [8].

Прикрепление и надежная фиксация тромбоцитов к поврежденной стенке сосуда обеспечивает связывание 2-х активных центров фВ с тромбоцитарными рецепторами и 1-го центра с рецепторами коллагеновых волокон и в субэндотелии. Стабилизация антигемофильного глобулина А (VIII фактора свертывания крови). Фактор свертывания крови VIII связан с фВ, когда в неактивном состоянии циркулирует по кровотоку, и быстро разрушается, когда не связан с фВ [1, 5].

При недостаточном синтезе, качественных и количественных дефектах в структуре фактора фон Виллебранда развиваются эпизодические спонтанные кровотечения, которые являются основным клиническим проявлением болезни Виллебранда [2, 5].

В свою очередь, повышение концентрации фВ с одновременным снижением активности ADAMTS13 вызывает избыточное тромбообразование [9].

У пациентов с ОКС обнаруживается многократное увеличение концентрации фВ в сыворотке крови. Предполагается, что таким образом в организме создаются условия для формирования гиперагрегации, что потенциально может привести к развитию ОКС.

В 2016 году ученые Оксфордского университета провели исследование, целью которого было установить или опровергнуть связь между уровнями металлопротеиназы ADAMTS13, фВ и величиной инфарктированного миокарда. В исследование были включены 60 пациентов с острым инфарктом миокарда (далее – ИМ), у которых оценивалась активность ADAMTS13, фибриноген и D-димер в сыворотке крови на 1-й, 4-й и 7-й день после ургентного чрескожного коронарного вмешательства (далее – ЧКВ). В результате не было обнаружено корреляции между фВ / ADAMTS13 и размером инфарктированной зоны миокарда. Однако пациенты с острым ИМ с подъемом сегмента ST (ИМпST) имели значительно более высокую активность фВ и более низкую активность ADAMTS13 [8].

Поскольку фВ обеспечивает стабилизацию VIII фактора свертывания крови, то увеличение концентрации последнего влечет за собой риск артериального тромбоза с последующей ишемией миокарда. Так, американские ученые, проанализировав случай ОКС у 21-летнего футболиста, пришли к выводу, что основной его причиной стала запредельная активность антигемофильного глобулина А на фоне распадающейся атеросклеротической бляшки (распад был индуцирован внутренним кровотечением бляшки). В этом случае гиперкоагуляция сформировалась в результате генетической предрасположенности, которая свя-

зана с группой крови. Известно, что II (A), III (B), IV (AB) группы крови ассоциируются с более высокими уровнями фВ, и соответственно, VIII фактора, тогда как для I (0) – характерны низкие значения этих показателей. К возможным факторам, спровоцировавшим гиперкоагуляцию, отнесли индекс массы тела (39 кг/м²); расовую принадлежность (афроамериканец), которая имеет более высокую активность VIII фактора на 15–18 %; тяжелую физическую нагрузку [11].

Установлено наличие слабой связи между уровнями в плазме фВ и риском развития ИБС в общей популяции, однако его прогностическая ценность значительно возрастает у больных с существовавшими ранее сосудистыми заболеваниями, сахарным диабетом, и у пожилых людей. Сербские ученые исследовали взаимосвязи между фВ, параметрами окислительного стресса и различными типами ОКС в 2-х группах: 1-я включала 115 пациентов с клиникой ОКС; 2-я – группа контроля (40 здоровых лиц). Было установлено, что более высокий уровень фВ наблюдался в 1-й группе, тогда как показатели NO₂ и H₂O₂ были значительно ниже контрольных показателей. Учитывая роль фВ в гемостазе и окислительном стрессе и развитии эндотелиальной дисфункции, можно предполагать, что фВ является не только прогностическим маркером, но и медиатором в патогенезе ИМ [10].

По данным ряда клинических исследований установлено, что у больных со стабильной стенокардией напряжения возрастает концентрация фВ в зависимости от тяжести ее течения. Величина этого маркера у пациентов с ОКС возрастает почти в 2 раза. Так, были изучены взаимосвязи между концентрацией фВ в плазме крови и сердечно-сосудистыми событиями. Результаты работы подтвердили увеличение концентрации фВ на фоне острой коронарной патологии. Было установлено, что тяжелое течение острой и хронической сердечной недостаточности коррелирует с активностью фВ и интерлейкина-6 в сыворотке крови больных ИБС [1, 3, 4].

Исследователями Казанского государственного медицинского института проводился анализ качественных и количественных изменений в системе гемостаза у больных с острой и хронической формами ИБС. В 1-ю группу было включено 46 человек со стабильной стенокардией II–III функционального класса, во 2-ю – 42 человека с ОКС, в 3 группу (контроля) – 28 здоровых лиц. В конечном итоге, в 1-й группе исходно отмечали высокую концентрацию фВ в плазме крови на 43 %, а во 2-й группе это цифра превысила исходные показатели на 67 % [2].

По результатам оценки агрегационной способности тромбоцитов у лиц, страдающих ИБС, и здоровых лиц продемонстрировано значимое увеличение уровня эндотелина-1, фВ и агрегационной активности тромбоцитов (как спонтанной, так и индуцированной) в группе больных ИБС, что указывает на высокий вазоконстрикторный и тромбогенный потенциал эндотелия у этих больных [6].

Доказано действие различных триггерных факторов, таких как острая гипоксия, воспаление, интоксикация, вызывающее искажение компенсаторной сосудорасширяющей способности эндотелия сосудов. По этой причине эндотелиальные клетки отвечают даже на обычный стимул вазоконстрикцией и пролиферацией. Процесс повреждения или гибели эндотелиальных клеток сопровождается усилением синтеза и высвобождением фВ из телец Вейбеля – Паладе [4].

Высокие значения фВ сохраняются на протяжении нескольких месяцев после ИМ или острых нарушений мозгового кровообращения [7].

Повышение концентрации в периферической крови фВ при ОКС, согласно данным коллектива авторов Самарского медицинского института, провоцируется активацией свободнорадикальных механизмов вследствие острой гипоксии при ИМ либо развития реперфузионного синдрома. Важно учитывать «утечку» фВ из поврежденного эндотелия сосудов, который является основным местом его синтеза. После введения тканевого активатора плазминогена у пациентов с ангиографически подтвержденной проходимостью сосудов происходит снижение уровня фВ в течение 24 часов на фоне системного тромболитика, по сравнению с пациентами с окклюзированной артерией без активных методов реперфузии [3].

Заключение. У пациентов с ОКС изменения в системе сосудисто-тромбоцитарного гемостаза характеризуются значительным увеличением плазменной концентрации фактора Виллебранда, который является маркером повреждения эндотелия, эндотелиальной дисфункции, сосудистого воспаления и оксидативного стресса.

Сочетанная оценка фВ и агрегационной активности тромбоцитов имеет прогностическую ценность в определении характера дальнейшего течения ишемической болезни сердца, ОКС и сердечно-сосудистых осложнений.

Литература

1. Вериго Я. И., Демко И. В., Петрова М. М. и соавт. Фактор Виллебранда и его роль в дисфункции эндотелия при ишемической болезни сердца // Сибир. мед. обозрение. 2012. № 5. С. 23–28.
2. Галяутдинов Г. С., Чудакова Е. А. Особенности системы гемостаза у пациентов с ишемической болезнью сердца // Казан. мед. журнал. 2012. № 1. С. 3–7.
3. Ковалева Ю. А., Ефремова О. А., Шелест Б. А. и соавт. Дисфункция эндотелия в динамике лечения больных с ишемической болезнью сердца и ожирением // Научные Ведомости. 2014. № 11. С. 52–57.
4. Кратнов А. Е., Углов Е. С., Кратнов А. А. Метаболическая активность нейтрофилов, уровень провоспалительных цитокинов и эндотелиальная дисфункция у больных со смертельным исходом ишемической болезни сердца // Современные технологии в медицине. 2010. № 2. С. 63–67.
5. Резяпова Н. Х., Крюков Н. Н., Кисилева Г. И. Фактор фон Виллебранда и толщина комплекса интима-медиа сонных артерий у больных артериальной гипертензией // Казан. мед. журнал. 2010. № 4. С. 442–444.
6. Соколов Е. И., Гришина Т. И., Штин С. Р. Влияние фактора Виллебранда и эндотелина-1 на формирование тромботического статуса при ишемической болезни сердца // Кардиология. 2013. № 3. С. 25–30.
7. Чубуков Ж. А. Фактор Виллебранда и дисфункция эндотелия при стрессе // Проблемы здоровья и экологии. 2012. № 2. С. 40–45.
8. Eerenberg E., Teunissen P., van den Born B. et al. The role of ADAMTS13 in acute myocardial infarction: cause or consequence? // European Society of Cardiology. 2016. № 111. P. 194–203.
9. Gianetti J., Parri M., Pina F. et al. Von Willebrand Factor Antigen Predicts Response to Double Dose of Aspirin and Clopidogrel by PFA-100 in Patients Undergoing Primary Angioplasty for ST Elevation Myocardial Infarction // The Scientific World Journal. 2013. № 10. P. 1–8.
10. Koprivica Z., Djordjevic D., Vuletic M. et al. von Willebrand factor and Oxidative Stress Parameters in Acute Coronary Syndromes // Oxidative Medicine and Cellular Longevity. 2011. № 3. P. 1–11.
11. Vacek T., Yu S., Rahman S. et al. Recurrent myocardial infarctions in a young football player secondary to thrombophilia, associated with elevated factor VIII activity // International Medical Case Reports Journal. 2014. № 7. P. 147–154.

УДК 618.11-008.61

Шелудько В. С., Каспарова А. Э.

СПОНТАННЫЙ СИНДРОМ ГИПЕРСТИМУЛЯЦИИ ЯИЧНИКОВ ПРИ ОДНОПЛОДНОЙ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ БЕРЕМЕННОСТИ

Проанализирован клинический случай спонтанного синдрома гиперстимуляции яичников без предшествующей гиперстимуляции овуляции при одноплодной беременности. Проведен обзор литературы с целью определения эпидемиологии и возможных звеньев этиопатогенеза.

Ключевые слова: спонтанный синдром гиперстимуляции яичников, экстракорпоральное оплодотворение, ФСГ – рецептор.

Бесплодие в браке остается важной медицинской и социальной проблемой. Несмотря на совершенствование комплексных клиничко-лабораторных, инструментальных, в том числе эндоскопических методов исследования и внедрение в широкую клиническую практику вспомогательных репродуктивных технологий, показатель частоты бесплодия в браке колеблется в широких пределах и не имеет тенденции к снижению во всех странах мира. На данный момент надежду паре могут дать вспомогательные репродуктивные технологии. В качестве одного из этапов выступает стимуляция овуляции, побочным эффектом которой является синдром гиперстимуляции яичников [1]. Частота его варьирует от 0,5 до 33 %. Заболевание протекает с различной степенью тяжести и может заканчиваться летальным исходом. Данные из США показали, что синдром гиперстимуляции яичников (далее – СГЯ) является самым распространенным осложнением экстракорпорального оплодотворения (далее – ЭКО), с частотой развития СГЯ средней или тяжелой степени на уровне 1,1 % в 2011 году. Очень редко СГЯ может развиваться спонтанно, в связи с беременностью. Чаще синдром развивается между 5–12 неделями беременности [3].

Патофизиологический механизм синдрома полностью неясен. По одной из версий иногда диагностируют СГЯ (без предшествующего применения стимуляторов овуляции) в виде текалютеиновых кист, иногда многокамерных, диаметром 5–10 см. СГЯ развивается в результате так называемой эндогенной гиперстимуляции за счет влияния собственных гонадотропинов, содержание которых может быть нормальным. При этом развитие СГЯ свидетельствует о гиперреакции тека-клеток на лютеинизирующий гормон (далее – ЛГ) в нормальной концентрации [2]. По другой версии, возможно, СГЯ связан с продукцией вазоактивных веществ, секретируемых яичниками, вызывая гиперпроницаемость сосудов с переходом жидкости в третье пространство. Основная суть заключается в равновесии между проангиогенными и антиангиогенными факторами, обнаруженными в фолликулярной жидкости. Большую роль в развитие синдрома вносят вазоактивные вещества, такие как интерлейкины, фактор некроза опухоли альфа (TNF- α), эндотелин-1 и сосудистый эндотелиальный фактор роста (VEGF), секретируемые яичниками, что приводит к увеличению сосудистой проницаемости. Пропотевание жидкости и белка в брюшную полость вызывает гиповолемию и гемоконцентрацию, ответственные за нарушения кровообращения и почечную дисфункцию. Результатом являются самые серьезные осложнения из-за гиперкоагуляции и пониженной почечной перфузии.

Существует несколько теорий относительно этиологии синдрома. De Leener [3] классифицировал спонтанный синдром на три типа, основанные на клинической картине и мутации фолликулостимулирующего гормона-рецептора (далее – ФСГ-рецептора). Тип I связан с мутацией ФСГ-рецепторов. Тип II является вторичным, обусловлен высоким уровнем хорионического гонадотропина (далее – ХГЧ) (при пузырьном заносе и многоплодной беремен-

ности). Тип III связан с гипотиреозом. Мутации в ФСГ-рецепторе (FSHR) могут быть активированы, что приводит к предрасположенности к развитию спонтанного синдрома гиперстимуляции, или инактивированы, что приводит к бесплодию из-за плохой восприимчивости яичников к гонадотропинам. Обнаружено около 744 однонуклеотидных полиморфизмов в гене FSHR. Из этих полиморфизмов только восемь были найдены в кодирующей области-экзонах, а остальные – интронные. Рецепция яичников зависит от генотипа FSHR. Другие исследования полиморфизма p.N680S FSHR гена сообщают, что гомозиготное носительство Ser/Ser варианта менее чувствительно к эндогенному или экзогенному ФСГ. Полиморфизм FSHR, Ser680Asn, гена FSHR является предиктором тяжести симптомов у пациентов с СГЯ. Активация мутаций гена FSHR вызывают гиперчувствительность яичников по отношению к ФСГ или даже к гормонам с аналогичной структурой, таких как ХГЧ или тиреотропный гормон (далее – ТТГ). Этот диагноз возможен в ходе генетического секвенирования, поскольку существует несколько мутаций в гене. Наличие мутации говорит о возможности рецидива синдрома в будущих беременностях.

Клинический случай. Пациентка 32 лет была госпитализирована в гинекологическое отделение БУ «Сургутская окружная клиническая больница» в связи с нарастающим болевым синдромом в течение 3 дней внизу живота. Обследована в женской консультации по месту жительства: при ультразвуковом исследовании (далее – УЗИ) органов малого таза (далее – ОМТ) выявлена прогрессирующая маточная беременность 8–9 недель, а также кистозные изменения обоих яичников. Данная беременность первая, спонтанная. Акушерско-гинекологический анамнез не отягощен, соматический – отмечает перенесенный Luis, в настоящий момент реконвалесцент 4 года. По данным УЗИ ОМТ при поступлении: одноплодная маточная беременность подтверждена при сроке 8 нед + 2 дня. Размеры яичников увеличены: правый яичник (OD) – 89 × 43 × 36 мм, в его проекции множественные кисты, максимальный размер 26 мм. Левый яичник (OS) – 71 × 38 × 31 мм в его проекции множественные кисты, максимальный размер 31 мм. При проведении УЗИ ОМТ в 9 нед + 3 дня отмечена отрицательная динамика: увеличение обоих яичников – справа до 124 × 79 × 105 мм, с множественными анэхогенными образованиями до 56 мм в диаметре, слева до 129 × 81 × 116 мм, с множественными анэхогенными образованиями до 43 мм. При цветном доплеровском картировании (далее – ЦДК) кровотока в яичниках не усилен. Свободная жидкость в полости малого таза определяется между увеличенными яичниками объемом около 100 мл, по латеральному краю печени объемом около 40 мл, что соответствует картине гиперстимулированных яичников.

Для исключения онкологической патологии, по рекомендации врачей онкологов, были выполнены: УЗИ периферических лимфоузлов всех анатомических локализаций, забрюшинного пространства, молочных желез, щитовидной железы – патологии не обнаружено. По данным толстокишечной видеоэндоскопии на доступных осмотру участках изменений не выявлено, при эндоскопии желудка (ФГДС) обнаружены признаки поверхностного гастрита. Больная также была проконсультирована эндокринологом с предварительным определением уровней кортизола, ренина, альдостерона, метанефрина, ТТГ и др. Патологии эндокринных желез не выявлено. Уровень неспецифических онкомаркеров СА 125, СА 19-9 соответствовала установленной норме.

Учитывая наличие признаков полисерозита, при проведении УЗИ органов брюшной полости определялась свободная жидкость в брюшной полости по латеральному краю печени около 50 мл, в подпеченочном пространстве и по левому боковому каналу около 50 мл, в плевральной полости справа в объеме 300 мл с нарастанием в динамике до 600 мл, проведено цитологическое исследование асцитической жидкости. По данным цитологического исследования атипических клеток не обнаружено.

После проведения дифференциального поиска на основе полученных данных был выставлен диагноз: синдром гиперстимуляции яичников, спонтанно возникший средней ст. тяжести. Больной проводилась терапия в соответствии с клиническим протоколом МЗ РФ [1]. За время стационарного лечения боли внизу живота были купированы, однако по дан-

ным УЗИ отмечалось значительное увеличение обоих кистозноизмененных яичников. Так, при гестационном сроке беременности 10 нед + 2 дня правый яичник был увеличен до $151 \times 90 \times 116$ мм с объемом 800 см^3 , с наличием в нем множественных анэхогенных образований до 69 мм диаметром. Часть кист была с неоднородным содержимым за счет гиперэхогенной взвеси. Слева яичник также был увеличен до $160 \times 77 \times 113$ мм с объемом 734 см^3 , с множеством анэхогенных образований до 60 мм диаметром. Свободная жидкость в полости малого таза определялась между увеличенными яичниками объемом около 100 мл. При дальнейшем наблюдении к 11 неделям беременности размеры и объем яичников стабилизировался: справа до $152 \times 94 \times 108$ мм, объем 800 см^3 , слева $164 \times 85 \times 120$ мм, объем 880 см^3 . Содержимое кист без динамики с обеих сторон. Свободная жидкость в полости малого таза не определяется, отмечено уменьшение жидкости в плевральных полостях до 20 мл, незначительное количество свободной жидкости в брюшной полости.

Пациентка выписана из отделения на 27 сутки в удовлетворительном состоянии.

В 16 нед. 1 день гестации повторно проведен селективный скрининг – риск пренатальной патологии у плода выше среднепопуляционного, беременная была консультирована генетиком, выполнена инвазивная диагностика – амниоцентез, по данным которого хромосомная патология плода не обнаружена. В 17 нед. 4 дня гестации по данным УЗИ III уровня отмечен умеренный регресс объема обоих яичников: правый и левый яичники размерами $83,9 \times 32,2 \times 34,4$ мм и $70,3 \times 30,9 \times 65,2$ мм, в структуре фолликулы диаметром от 10,8 до 34,4 мм. К срокам II и III скрининга отмечено уменьшение размеров яичников до нормы. Пренатальный консилиум, который был проведен в 19 нед. гестации, рекомендовал пролонгировать беременность и вести ее согласно стандартам. Беременность протекала без осложнений. Пациентка самопроизвольно родоразрешилась в 40 недель гестации новорожденным с массой 3 175 г, без признаков асфиксии. На 3 сутки мать и дитя выписаны в удовлетворительном состоянии домой.

Таким образом, интерес данного клинического случая заключается в спонтанном развитии синдрома гиперстимуляции яичников без предшествующего применения стимуляторов овуляции при одноплодной беременности и отсутствии экстрагенитальной патологии у женщины. Определенные трудности заключались в особенностях диагностического поиска, динамическом наблюдении за пациенткой.

Литература

1. Диагностика, лечение и профилактика синдрома гиперстимуляции яичников. Клинические рекомендации (протокол лечения). М., 2015. 38 с.
2. Гинекология. Национальное руководство. Краткое издание / под ред. Г. М. Савельевой, Г. Т. Сухих, И. Б. Манухина. М. : ГЭОТАР-Медиа, 2013. 704 с.
3. Cabar F. R. Ovarian hyperstimulation syndrome in a spontaneous singleton pregnancy // Einstein (Sao Paulo). 2016. № 14 (2). P. 231–235.
4. The management of ovarian hyperstimulation. RCOG, 2016. 22 p.

УДК 616-002.364

Эседова Э. Р., Дарвин В. В., Манойло М. Н., Зиненко А. А.

АБСЦЕССЫ ЧЕЛЮСТНО-ЛИЦЕВОЙ ОБЛАСТИ: АНАЛИЗ ПРИЧИН, РЕЗУЛЬТАТЫ ЛЕЧЕНИЯ

Проблема хирургических инфекций чрезвычайно актуальна в практике челюстно-лицевой хирургии. Несмотря на активное внедрение новых антибактериальных препаратов, открытие новых методов лечения, повышение качества оказания помощи, количество больных с данной патологией продолжает расти [1, 2, 3, 4]. Из-за особенностей анатомического строения челюстно-лицевой области течение абсцессов отличается от течения гнойных процессов других анатомических областей, и способствует развитию осложнений.

Ключевые слова: абсцесс, челюстно-лицевая, флебит.

Введение. Абсцессы челюстно-лицевой области на сегодня являются основной патологией челюстно-лицевой хирургии (далее – ЧЛХ), составляя 5,4 % от госпитализированных в отделение ЧЛХ. Частое развитие абсцессов в челюстно-лицевой области обусловлено высокой распространенностью инфекционно-воспалительных поражений кожи челюстно-лицевой области. Был проведен ретроспективный анализ лечения 214 больных с абсцессами челюстно-лицевой области различной локализации, распространенности и тяжести течения и установили, что преобладает возрастная группа до 20 лет, мужской пол. Пациенты находились на лечении в отделении челюстно-лицевой хирургии БУ «Сургутская окружная клиническая больница». Среди заболеваний, формирующих преморбидный фон отмечено наличие ВИЧ-инфекции (у 0,4 %) и сахарного диабета (у 1,8 %). Хирургическое вмешательство в сочетании с антибактериальной терапией и применением липидо-коллоидных абсорбирующих повязок с ионами серебра позволяет исключить летальные исходы и сократить среднюю длительность стационарного лечения до 8,0 + 3,2 койко-дня.

Цель исследования. Изучить структурные особенности абсцессов челюстно-лицевой области у жителей Ханты-Мансийского автономного округа – Югры.

Пациенты и методы. Проведено обследование и лечение 214 пациентов с абсцессами челюстно-лицевой области на базе БУ «Сургутской окружной клинической больницы» в период с 2015–2017 гг. Пациенты разделены на четыре возрастные категории: до 20 лет – 105 (49,1 %), 21–40 лет – 58 (27,2 %), 41–60 лет – 40 (18,6 %) и старше 60 лет – 11 (5,1 %). Мужчин было – 137 (64,0 %), женщин – 77 (36,0 %). Диагностический алгоритм включал следующие методы: физикальные, лабораторные, микробиологические. При анализе анамнеза заболевания пациенты были поделены на три группы по времени обращения в стационар до 24 час – 10 (4,7 %), 14–72 час – у 118 (55,2 %), более 72 часов – 86 (40,1 %). При оценке локального статуса у 27 (12,6 %) был выявлен флебит угловой вены лица. При анализе клинических случаев выявлено, что у 1 (0,4 %) пациента абсцесс возник на фоне ВИЧ-инфекции, у 4 (1,8 %) пациентов на фоне сахарного диабета 2-го типа. Всем пациентам была оказана экстренная помощь, в течение двух часов с момента обращения. Тактика хирургического вмешательства заключалась в полной, адекватной и ранней ликвидации или отграничения всех основных, дополнительных и потенциальных очагов эндогенной интоксикации. При микробиологическом мониторинге результатов бак. посевов отделяемого материала (после вскрытия абсцесса) установлено, что наиболее часто высеивались *Staphylococcus aureus* – у 179 (83,6 %), *Streptococcus mitis* – у 5 (2,3 %), *Streptococcus pyogenes* – у 2 (0,9 %). В остальных случаях роста этиологически значимых культур нет. Комплексная консервативная терапия включала: антибактериальные препараты (в соответствии с чувствительностью), профилактика ВТЭО, реологическая терапия, нутритивная

поддержка, перевязки с использованием липидо-коллоидных абсорбирующих повязок с ионами серебра. Средняя длительность стационарного лечения составила $5,6 + 0,3$ койко-дня, среднее время очищения раны $4,0 + 0,2$ дня.

Результаты и обсуждения. В группе больных с абсцессами челюстно-лицевой области превалирует возрастная группа категории до 20 лет – 105 (49,1 %), мужского пола. Из заболеваний, формирующих тяжелый преморбидный фон, наиболее значимую роль играют ВИЧ-инфекция и сахарный диабет. Флебит угловой вены лица развился у 27 (12,6 %) пациентов. Микробиологический мониторинг позволил выделить в качестве наиболее часто встречающейся микрофлоры *Staphylococcus aureus* – у 179 (83,6 %), *Streptococcus mitis* – у 5 (2,3 %), *Streptococcus pyogenes* – у 2 (0,9 %). Летальных исходов не отмечено. Адекватно выполненное оперативное вмешательство в сочетании с активной комплексной терапией в послеоперационном периоде, включая липидо-коллоидные абсорбирующие повязки с ионами серебра, позволяет сократить сроки очищения раны $4,0 + 0,2$ и уменьшить количество койко-дней до $5,6 + 0,3$ суток.

Вывод:

1. Абсцессы относятся к одной из наиболее распространенных форм патологии челюстно-лицевой хирургии, составляя 5,4 % от госпитализированных в отделение челюстно-лицевой хирургии.
2. Преобладание лиц молодого возраста (49,1 %) переводит проблему заболевания в разряд социально значимых.
3. Хирургическое вмешательство в сочетании с антибактериальной терапией в соответствии с микробиологическим мониторингом и применением липидно-коллоидных абсорбирующих повязок с ионами серебра позволяет добиться удовлетворительных ближайших результатов лечения.
4. Частота возникновения абсцессов челюстно-лицевой области, своеобразие и тяжесть клинического течения определяют актуальность задач ранней диагностики и прогнозированию исхода данной патологии.

Литература

1. Беняева Н. Н. Повышение эффективности лечения воспалительных процессов мягких тканей челюстно-лицевой области с использованием высокодисперсной аэрозольной обработки : дис. ... канд. мед. наук. М., 2010. 125 с.
2. Гайворонская Т. В. Оптимизация лечения больных одонтогенными флегмонами челюстно-лицевой области : дис. ... д-ра мед. наук. Краснодар, 2008. 328 с.
3. Коротких Н. Г., Тобоев Г. В. Клинико-морфологические аспекты использования препарата «Гипоксен» при лечении флегмон челюстно-лицевой области // Системный анализ и управление в биомедицинских системах. 2009. Т. 8, № 3. С. 636–638.
4. Пантелеев В. С. Антимикробная фотодинамическая терапия и лазерная активация антибиотиков при лечении больных с гнойно-некротическими ранами // Креативная хирургия и онкология. 2011. №. 1. С. 11–13.

*Сборник статей по материалам V Всероссийской конференции молодых ученых
«Наука и инновации XXI века», г. Сургут, 2018 г.*

Научное издание

НАУКА И ИННОВАЦИИ XXI ВЕКА

*Материалы V Всероссийской конференции молодых ученых
30 ноября 2018 г.*

Том I

Редактор М. Г. Азнагулова
Верстка Е. А. Мельниковой

За информацию, содержащуюся в статьях, ответственность несут авторы

БУ ВО «Сургутский государственный университет»,
628412, Ханты-Мансийский автономный округ – Югра,
г. Сургут, пр. Ленина, 1. Тел. (3462) 76-31-79.

Формат 60×84/8. Усл. печ. л. 20.