

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР

В.В. Вшивков

ОТВЕТСТВЕННЫЙ СЕКРЕТАРЬ

М.С. Уманский

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

С.И. Грачев (Тюмень)  
И.И. Краснов (Тюмень)  
Т.Л. Краснова (Тюмень)  
А.Р. Курчиков (Тюмень)  
А.В. Меринов (Рязань)  
В.Н. Ощепков (Севастополь)  
Л.Н. Руднева (Тюмень)  
Н.В. Солдаткина (Ростов-на-Дону)  
В.А. Урываев (Ярославль)  
Н.М. Федоров (Тюмень)

Журнал зарегистрирован  
в Федеральной службе по надзору  
в сфере связи, информационных  
технологий и массовых коммуникаций  
(Роскомнадзор) г. Москва  
Св-во: ПИ № ФС 77-55782  
от 28 октября 2013 г.

ISSN 2307-4701

Учредитель и издатель:  
ООО «М-центр»  
г. Тюмень, ул. Д.Бедного, 98-3-74

Адрес редакции:  
г. Тюмень, ул. 30 лет Победы, 81А,  
оф. 200-201  
Телефон: (3452) 73-27-45  
Факс: (3452) 54-07-07  
E-mail: note72@yandex.ru

Адрес для переписки:  
625041, г. Тюмень, а/я 4600

Интернет-ресурсы:  
<https://ajws.ru/>  
[www.elibrary.ru](http://www.elibrary.ru)  
<https://readera.ru/ajws>

Журнал включен  
в Российский индекс  
научного цитирования  
(РИНЦ)

При перепечатке материалов ссылка  
на "Академический журнал  
Западной Сибири" обязательна

Редакция не несет ответственности за  
содержание рекламных материалов  
Редакция не всегда разделяет мнение  
авторов опубликованных работ  
Макет, верстка, подготовка к печати:  
ООО «М-центр»

Дата выхода: 16.05.2019 г.

Заказ № 49 Тираж 1000 экз.

Цена свободная

Отпечатан с готового набора  
в издательстве «Вектор Бук»

Адрес издательства:  
625004, г. Тюмень, ул. Володарского,  
д. 45, тел.: (3452) 46-90-03

16+

Содержание

Природопользование

- А.В. Чепало, А.В. Стрекалов*  
Изоляция заколонных перетоков воды  
в газовых скважинах методом селективной обработки  
кремнийорганическим составом SWS-PLAST ..... 3
- Е.А. Овсянников*  
Эффективность жидкости гидроразрыва пласта и ее  
влияние на геометрию трещины ..... 5
- И.А. Прокопенко, М.Н. Прокопенко*  
Стабилизация добычи нефти, за счет применения методов  
увеличения нефтеотдачи, на IV стадии разработки  
Федоровского нефтегазоконденсатного месторождения ..... 6
- Б.Ю. Смирнов*  
Об извлечении диоксида углерода из отходящих газов ..... 8
- А.Г. Мадиев, Н.А. Пархоменко, А.А. Смагин*  
Геодезический мониторинг пространственного положения  
светоотражающей марки ..... 10
- Н.У. Амандаков, Я.А. Лаврентьев,  
А.Г. Мадиев, Н.А. Пархоменко*  
Применение прибора вертикального проектирования  
LV-1 в строительстве ..... 12
- А.Г. Мадиев, Е.Н. Куреева*  
Комплекс геодезических работ, выполненных для целей  
межевания земель ..... 13
- В.Е. Новикова, Е.А. Курячая*  
Комплекс топографо-геодезических работ выполненных для  
проектирования сетей газоснабжения населенного пункта ... 15
- А.Г. Мадиев, Л.А. Пронина*  
Инженерно-геодезические изыскания, выполненные для  
проектирования и строительства автомобильной дороги ..... 16
- Л.А. Пронина, А.Г. Мадиев*  
Анализ комплекса работ, выполненных  
при межевании земель ..... 17
- Е.Н. Куреева, А.Г. Мадиев*  
Геодезический мониторинг крена дымовой трубы ..... 18
- А.Г. Мадиев, Л.А. Пронина*  
Геодезические работы, выполненные для контроля  
капитального ремонта автомобильной дороги ..... 19
- Т.А. Гаджиев*  
Зарубежный опыт закачки газа в продуктивные пласты .... 19
- Р.Н. Дасаев*  
Технологии физико-химических методов увеличения  
нефтеотдачи ..... 21

<i>В.Е. Голубев</i> Оценка эффективности разработки пласта ас <sub>11</sub> западно-сальымского месторождения ..... 23	<i>Д.В. Пестерева</i> Использование метода социологического опроса в изучении заболеваемости педагогов ..... 47		
<i>К.Д. Поручиков</i> Анализ текущего состояния разработки объекта БВ <sub>7</sub> на одном из месторождений Западной Сибири ..... 25	<i>О.А. Кичерова, Л.И. Рейхерт, В.Г. Скорикова, Е.Б. Бердичевская, Н.С. Валитов</i> Роль биохимических предикторов в прогнозировании исходов тромболитической терапии при ишемическом инсульте ..... 49		
<i>А.В. Волков</i> Особенности геологического строения Солкинского месторождения ..... 27	<i>О.А. Кичерова, Л.И. Рейхерт, М.Ю. Ревнивых, Т.В. Зуева</i> Обоснование клинических проявлений рассеянного склероза с позиции представлений о биохимических основах его патогенеза ..... 52		
<i>Н.А. Мирзамов</i> Обзор новых технологий воздействия на пласт ..... 29	<i>И.И. Коробейникова, Н.А. Каратыгин</i> Пространственные характеристики высокочастотного диапазона альфа-ритма ЭЭГ человека при когнитивной деятельности в условиях экзогенных помех .. 57		
<i>Б.А. Улутов</i> Опыт применения технологий увеличения нефтеотдачи на пласте ЮВ <sub>1</sub> одного из месторождений Западной Сибири ..... 31			
<i>В.С. Лесин, К.В. Коровин</i> Повышение эффективности использования попутного нефтяного газа при разработке нефтяных месторождений ..... 32			
<table border="1"><tr><td>Медицина</td></tr></table>	Медицина	<table border="1"><tr><td>Эксперимент</td></tr></table>	Эксперимент
Медицина			
Эксперимент			
<i>И.А. Афонина, Е.И. Науменко</i> Особенности эхокардиографии у детей с экстрасистолиями ..... 34	<i>Л.В. Мезенцева</i> Взаимосвязь между параметрами системной гемодинамики и изменениями кровотока в сонных артериях правого и левого мозга ..... 61		
<i>А.Б. Калимбетова, А.С. Толеуова, Д.Ж. Тайжанова, А.А. Турмухамбетова, Д.Б. Бабенко, О.А. Вистерничан</i> Распространенность полиморфизма гена СУР2С19*17 у больных после чрескожного коронарного вмешательства: обзор литературы ..... 35	<i>М.А. Грудень, А.М. Ратмиров, З.И. Старожева</i> Особенности экспрессии гена <i>CCND1 (BCL1)</i> циклина D1-регулятора клеточного цикла в различных структурах мозга при реализации долговременной памяти у взрослых крыс ..... 64		
<i>И.А. Афонина, Л.И. Дзюбич, Е.И. Науменко</i> Клинико-инструментальная характеристика ротавирусной инфекции у детей в городе Саранск ..... 39	<table border="1"><tr><td>Интернет</td></tr></table>	Интернет	
Интернет			
<i>А.А. Киселева, С.В. Гарина</i> Протеин-индуцированный колит у детей первого года жизни ..... 40	<i>А.В. Полунина, Р.М. Магомедов</i> Даркнет: по ту сторону Интернета ..... 69		
<i>Ю.Е. Разводовский</i> Алкоголь как фактор гендерного градиента ожидаемой продолжительности жизни городского и сельского населения Беларуси .. 42	<i>Р.М. Магомедов</i> Киберпреступность в экономике ..... 71		
<i>Ш.С. Муратбекова, Н.И. Турсынов</i> Эффективность комплексной программы реабилитации в раннем восстановительном периоде после микродискэктомии на поясничном отделе позвоночника ..... 45	<i>Г.К. Титков</i> Темпоральный подход к построению непротиворечивой математики. Устранение неполноты ..... 73		



Полный текст «Академического журнала Западной Сибири» можно найти в базах данных компании EBSCO Publishing на платформе EBSCOhost. EBSCO Publishing является ведущим мировым агрегатором научных и популярных изданий, а также электронных и аудио книг. «Academic Journal of West Siberia» has entered into an electronic licensing relationship with EBSCO Publishing, the world's leading aggregator of full text journals, magazines and eBooks. The full text of JOURNAL can be found in the EBSCOhost™ databases. Please find attached logo files for EBSCO Publishing and EBSCOhost™, which you are welcome to use in connection with this announcement.

## ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ

### ИЗОЛЯЦИЯ ЗАКОЛОННЫХ ПЕРЕТОКОВ ВОДЫ В ГАЗОВЫХ СКВАЖИНАХ МЕТОДОМ СЕЛЕКТИВНОЙ ОБРАБОТКИ КРЕМНИЙОРГАНИЧЕСКИМ СОСТАВОМ SWS-PLAST

А.В. Чепало, А.В. Стрекалов

Тюменский индустриальный университет,  
г. Тюмень

E-mail: alex.chepalo@gmail.com

Целью исследования является определение эффективности применения селективного кремнийорганического водоизолирующего состава SWS-PLAST в качестве метода изоляции заколонных перетоков в газовых скважинах. В задачи исследования входит практическое применение технологии на конкретном объекте газодобычи и оценка эффективности ее применения на основе данных последующего освоения скважины. Доказательство эффективности технологии позволит расширить границы применимости состава SWS-PLAST.

*Ключевые слова:* изоляция, водоприток, селективные методы, газ, скважина, кремнийорганический, заколонный переток, циркуляция

The purpose of this study is to determine the effectiveness of the use of selective silicone-based water insulating composition SWS-PLAST as a method for isolating behind-the-casing flows in gas wells. The objectives of the study include the practical application of technology at a particular gas production facility and the assessment of the effectiveness of its application based on data from the subsequent well development. Proof of the effectiveness of the technology will expand the limits of applicability of the composition of SWS-PLAST.

*Keywords:* isolation, water inflow, selective methods, gas, well, organosilicon, backflow, circulation

В настоящее время добыча углеводородного сырья усложняется за счет различных факторов и условий, например, истощение находящихся в эксплуатации продуктивных пластов месторождений, достаточно медленный ввод новых и ранее неиспользуемых продуктивных горизонтов и т.д. При эксплуатации газовых скважин существует несколько возможных осложнений, влияющих на дебиты скважин, а также себестоимость добываемой продукции. Одним из таких, осложняющих эксплуатацию факторов, является обводнение скважин.

Газовые скважины склонны к обводнению, как правило, на поздних стадиях разработки месторождений, когда происходит значительный подъем подошвенных вод к забоям скважин, и пластовой энергии становится недостаточно для обеспечения полного выноса жидкости из скважины на поверхность. Но не стоит исключать, что обводнение газо-

вых скважин возможно при нарушении герметичности обсадной колонны и цементного камня, при наличии заколонных перетоков, при разрушении обсадных труб вследствие коррозии, вызванной воздействием минерализованной пластовой воды.

Для того, чтобы избежать значительных убытков от падения дебитов газа и повышения износа промышленного оборудования, спроектированы и испытаны различные способы борьбы с обводнением газовых скважин, отличающиеся друг от друга эффективностью, стоимостью и влиянием на рабочие параметры скважины. Одним из таких методов является проведение ремонтно-изоляционных работ с применением селективных методов гидроизоляции интервалов добывающих скважин, по которым наблюдается приток воды.

Для проведения исследования была выбрана скважина №34 на N месторождении. Добыча газа на месторождении N ведется с 2014 года. В настоящий момент разработка N месторождения сопровождается стабильными дебитами по газу на уровне 200-289 тыс.м<sup>3</sup>/сут на одну скважину с пластовым давлением 7,8-9,9 МПа. Дебит скважин по жидкости в среднем варьируется в пределах от 0 до 25 м<sup>3</sup>/сут, что является средним показателем. Месторождение сложено терригенными породами, продуктивные пласты пластово-сводовые и массивные с высокими показателями проницаемости.

На месторождении всего за время его эксплуатации в работе находилось 6 скважин:

1. Скв. 11 – дебит – 262 тыс.м<sup>3</sup>/сут, устьевое давление – 9,9 МПа по состоянию на февраль 2019 года (находится в работе с декабря 2014 года).

2. Скв. 12 – дебит – 289 тыс.м<sup>3</sup>/сут, устьевое давление – 7,8 МПа по состоянию на февраль 2019 года (находится в работе с декабря 2014 года).

3. Скв. 32 – дебит – 200 тыс.м<sup>3</sup>/сут, устьевое давление – 8,9 МПа по состоянию на февраль 2019 года (находится в работе с декабря 2014 года).

4. Скв. 33 – дебит – 206 тыс.м<sup>3</sup>/сут, устьевое давление – 9,0 МПа по состоянию на февраль 2019 года (находится в работе с декабря 2014 года).

5. Скв. 125ПО – дебит – 110 тыс.м<sup>3</sup>/сут, устьевое давление – 9,6 МПа по состоянию на апрель 2015 года (была в работе с декабря 2014 года, находится в консервации с апреля 2015 года).

6. Скв. 127Р – дебит – 206 тыс.м<sup>3</sup>/сут, устьевое давление – 11,7 МПа по состоянию на март 2015 года (была в работе с декабря 2014 года, находится в консервации с марта 2015 года).

Всего на месторождении пробурено 10 скважин: Р-125, Р-126, Р-127, Р-128, скважина №11, скважина №12, скважина №31, скважина №32, скважина №33, скважина №34.

Скважина №34 пробурена на пласт ПК<sub>20</sub><sup>1</sup>. По результатам освоения после бурения дебит по скважине составил 90,5 тыс.м<sup>3</sup>/сут и попутной воды 26 м<sup>3</sup>/сут.

Конструкция скважины

Тип	Диаметр, мм	Толщина стенки, мм	Глубина спуска, м	Высота подъема цемента, м
Направление	426	11	80,00	до устья
Кондуктор	324	9,5	647,00	до устья
Техническая колонна	245	8,9	1406,8	до устья
Эксплуатационная колонна	168	8,9	2820,0	до устья

Во время освоения на скважине происходило загидрачивание обвязки и самопроизвольные остановки в связи с самозадавливанием попутной водой. Увеличение скорости газа в скважине для выноса жидкости из ствола не представлялось возможным в виду того, что продуктивные возможности пласта не соответствовали заданному режиму работы с необходимой скоростью движения газа в стволе скважины. При проведении промысловых исследований на скважине №34 был обнаружен заколонный переток с вышележащего пласта ПК<sub>20</sub><sup>0</sup> в пласт ПК<sub>20</sub><sup>1</sup>. Был поставлен вопрос о необходимости проведения ремонтно-изоляционных работ по ограничению водопритока с вышележащих пластов посредством заколонной циркуляции жидкости.

Скважина №34 является скважиной с горизонтальным окончанием. Конструкция скважины описана в табл. 1, 2.

Таблица 2

Элементы конструкции эксплуатационной колонны

Элементы	Глубина спуска, м
Пакер ПДМ (проход ф150 мм, разбурен долотом 146.1 мм)	2382,12-2385,63
Фильтра ФСЭЛО	2396,61-2516,67 / 2629,62-2819,75

Данные по внутрискважинному оборудованию представлены в нижеприведенных таблицах 3, 4.

Таблица 3

Данные по фильтрующим элементам

Интервалы перфорации, м		Тип фильтра	Пласт
2396,61	2516,67	Фильтр ФСЭЛ-168	ПК20 <sup>1</sup>
2629,62	2819,75	Фильтр ФСЭЛ-169	ПК20 <sup>1</sup>

Таблица 4

Подземное оборудование

Подземное оборудование	Диаметр, мм	Глубина спуска, м
НКТ	89	2386,4
Воронка	110	2386,4

На этапе освоения скв. №34 получили промышленный приток газа, но в то же время продук-

ция имела высокую обводненность. В ходе промысловых исследований было выявлено, что в скважине имеет место быть заколонная циркуляция жидкости, что в свою очередь и являлось причиной высокой обводненности продукции скважины. Заколонный переток жидкости был обнаружен в интервале 2312,4-2396,6 м. В феврале 2018 г. было принято решение провести обработку пласта кремнийорганическим водоизолирующим составом SWS-PLAST производства компании «АРКОС» на поглощение в объеме 5,1 м<sup>3</sup> с продавкой нефтью в объеме 10 м<sup>3</sup>. Положительного эффекта от данной обработки добиться не удалось, скважина начала давать продукцию с высокой обводненностью еще на этапе освоения.

Продукция компании «АРКОС» под названием SWS-PLAST является кремнийорганическим водоизолирующим составом, обработка которым относится к селективным методам гидроизоляции продуктивных пластов. Селективные методы изоляции (СМИ) – это такие методы, когда используют материалы, которые закачивают во всю перфорированную часть пласта. При этом образующийся осадок, гель или отверждающееся вещество увеличивают фильтрационное сопротивление только в водонасыщенной части пласта, а закупорки углеводородной части пласта не происходит. Селективное воздействие химпродуктов основывается на различии физико-химических свойств пластовых жидкостей (углеводорода и воды) и физико-геологических особенностях строения продуктивного объекта, определяющих гидродинамическую обстановку коллектора [1]. Технология обработки пластов составом SWS-PLAST основана на схеме гидролиза закачиваемых в интервал поступления воды растворов кремнийорганических эфиров и дальнейшей поликонденсации продуктов гидролиза. Осадкообразующие добавки, входя во взаимодействие с ионами солей, содержащихся в пластовой воде, вызывают образование осадка и кольматацию пор [2].

В феврале 2019 года было принято решение на проведение ремонтно-изоляционных работ на описываемой скважине, которые включали в себя следующие этапы работы:

- 1) глушение скважины раствором глушения;
- 2) подъем ГНО;

3) спуск скрепера-шаблона на технологической НКТ и зачитка интервалов установки пакерного оборудования;

4) установку разбуриваемого нижнего пакера в интервале 2380-2382 м и его проверка на герметичность гидравлической опрессовкой;

5) спуск на технологической НКТ перфоратора и перфорация участка для проведения обработки необходимого интервала в пределах 2377-2376 м;

6) определение приемистости проперфорированного интервала, и удаление перфорационного оборудования;

7) спуск пакера на технологической НКТ до глубины 2357 м и его опрессовка;

8) производство приготовления активного вещества SWS-PLAST в объеме  $5,1 \text{ м}^3$  (2,42 тонны) в мерниках агрегата ЦА-320;

9) производство закачки маловязкой нефти в объеме  $5 \text{ м}^3$ , а затем приготовленного вещества на поглощение в объеме  $5,1 \text{ м}^3$  с продавкой его  $10 \text{ м}^3$  маловязкой нефтью при давлении закачки не более давления разрыва пласта;

10) закрытие трубной задвижки и оставление скважины под давлением на реакцию на время 24 ч.;

11) после ОЗЦ срыв и подъем пакера с глубины 2357 м, а также разбуривание пакера на глубине 2380 м;

12) спуск фондовых НКТ на глубину 2386 м и монтирование фонтанной арматуры;

13) постепенное освоение скважины в течении 10 суток со ступенчатым увеличением депрессии и вывод скважины на ожидаемый режим работы в течении 5-7 суток с замером параметров.

В процессе освоения скважины, после проведения ремонтно-изоляционных работ, удалось добиться стабильного дебита скважины по газу на уровне  $110 \text{ тыс. м}^3/\text{сут}$  и дебита по воде  $1,5 \text{ м}^3/\text{сут}$  (получен на основе исследования скважины на УГКИ). На основе полученных результатов можно сделать вывод, что работы по изоляции заколонных перетоков воды с вышележащего горизонта на скважине прошли успешно, новых прорывов воды и разрушения используемого состава в процессе освоения скважины не произошло. Проведение ремонтно-изоляционных работ позволило ввести в эксплуатацию ранее неиспользуемую скважину, что в свою очередь приведет к увеличению прибыли нефтегазодобывающего предприятия, а также позволит приблизиться к достижению проектных показателей разработки  $N$  месторождения. Применение кремнийорганического состава SWS-PLAST в качестве агента для изоляции заколонных перетоков в газовых скважинах на основе проведенного исследования можно считать целесообразным и эффективным. Применение исследуемой технологии гидроизоляции рекомендуется, как один из вариантов ремонтно-изоляционных работ на газовых скважинах со схожими причинами обводнения.

Литература:

1. Ильина Г.Ф., Алтунина Л.К. Методы и технологии повышения нефтеотдачи для коллекторов Западной Сибири: учеб. пособие / ТПУ. Томск: ТПУ, 2006. 166 с.
2. Кремнийорганический водоизолирующий состав SWS-PLAST [Электронный ресурс]. URL: <https://www.akros-llc.com/products/remont-i-zakanchivanie-skvazhin/remontno-izolyatsionnye-raboty/kremniyorganicheskiy-vodoizoliruyushchiy-sostav-sws-plast/> (дата обращения: 24.03.2019).

## **ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЖИДКОСТИ ГИДРОРАЗРЫВА ПЛАСТА И ЕЕ ВЛИЯНИЕ НА ГЕОМЕТРИЮ ТРЕЩИНЫ**

*Е.А. Овсянников*

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

E-mail: [euken\\_7293@mail.ru](mailto:euken_7293@mail.ru)

В статье представлены результаты оценки влияния эффективности жидкости гидроразрыва пласта (ГРП) на геометрию трещины. При ГРП трещины создаются в пропластках с различной проницаемостью, но очень часто разорвать высокопроницаемый пропласток легче, чем низкопроницаемый. В пропластке с большей проницаемостью трещина может быть более протяженной. При таком варианте после ГРП дебит скважины по нефти увеличивается, но увеличивается обводненность, если скважина была обводнена. Именно поэтому, до и после ГРП необходимо проводить анализ добываемой воды, чтобы узнать, откуда в скважине появилась вода.

*Ключевые слова:* гидроразрыв пласта, скважина, горному напряжению, пласт, порода, давление, эффективность жидкости, проницаемость пласта

Так как трещины образуются под действием значительного давления, часть жидкости во время проведения ГРП будет фильтроваться в пласт. Абсолютно ясно, что, чем выше проницаемость пласта, тем больше фильтрация жидкости в пласт. Не смотря на это, оставшаяся в трещине жидкость находится под большим давлением, что позволяет ей продолжать развивать трещину.

Во время проведения ГРП очень важно контролировать водоотдачу, потому что высокая ее скорость уменьшает длину и ширину трещины, которые могли бы быть созданы при данном объеме жидкости. Чем выше скорость фильтрации жидкости в пласт, тем меньше ее эффективность. Эффективность жидкости представляет собой отношение объема трещины к объему закачанной жидкости.

Низкая эффективность жидкости может привести к преждевременному экранированию трещины. Когда это происходит, устьеовое давление чрезмерно возрастает и дальнейшая закачка становится невозможной, поэтому операция прекращается преждевременно.

Фильтрация жидкости в пласт может значительно влиять на проницаемость  $k_f$  и проводимость  $w \cdot k_f$  трещины. Высокие потери жидкости могут вызвать снижение проводимости вследствие оса-

ждения большого количества твердых частиц на стенках трещины (образованию фильтрационной корки) и в пропантной упаковке. Присутствие любых твердых частиц влечет к снижению проводимости трещины. Этот тип загрязнения трещины обычно может быть минимизирован с помощью:

- контроля водоотдачи (использование высоковязкой жидкости и сшитых гелей);
- оптимизации концентрации полимерных загустителей;
- использования эффективных разрушителей вязкости.

Способность жидкости к водоотдаче может быть объяснена на основе коэффициента коркообразования при фильтрации жидкости (wall-building fluid loss coefficient,  $C_w$ , фут<sup>3</sup>/фут<sup>2</sup>[мин]<sup>1/2</sup>), и объема профильтрованной в пласт жидкости (spurt volume,  $V_{spt}$ , гал/фут<sup>2</sup>). Эти величины обычно определяются в лабораториях сервисных компаний с использованием образцов жидкости и керна различной проницаемости.  $C_w$  и  $V_{spt}$  используются в компьютерных моделях для расчета эффективности жидкости [1].

Вязкость жидкости также обеспечивает сопротивление фильтрации в пласт и описывается коэффициентом вязкостного контроля фильтрации жидкости (viscosity-controlled fluid loss coefficient,  $C_v$ ). К тому же влияние на общую эффективность жидкости оказывает сжимаемость пластовых флюидов. Коэффициент, характеризующий фильтрацию жидкости с учетом сжимаемости (compressibility-controlled fluid loss coefficient,  $C_c$ ), используется для описания влияния сжимаемости пластовых флюидов на общие потери жидкости в пласт. Из всех компонент, влияющих на эффективность жидкости,  $C_w$  и  $V_{spt}$  являются наиболее значимыми [1].

При проведении ГРП контроль водоотдачи осуществляется с помощью увеличения вязкости рабочей жидкости путем добавления инертных порошков для блокировки порового пространства, способствующего фильтрации жидкости. Во многих случаях в жидкость добавляют небольшое количество углеводородов (например, от 1% до 5% дизеля). Так как дизель является жидкостью и обычно выносится вместе с гелем, в некоторых случаях он представляет собой прекрасный незагрязняющий понизитель фильтрации [4].

При полевых работах, сервисные компании обычно рассчитывают эффективность жидкости FE с помощью данных нагнетательного теста (из мини-ГРП), используя теоретические зависимости, предложенные Nolte.

Эффективность жидкости, рассчитанная таким образом, показывает характер фильтрации жидкости в определенном интервале. Однако полученные после интерпретации результаты не всегда являются точными, так как рассматриваются потери определенной жидкости, используемой при нагнетательном тесте, и характер ее фильтрации через рас-

считанную площадь трещины. Тем не менее, эффективность жидкости, рассчитанная из нагнетательного теста, служит для оценки качества спроектированного ГРП и для проведения необходимых изменений в дизайне операции, касающихся размера «подушки» (объема жидкости разрыва) и т.п. [3].

*Проницаемость пласта  $k_o$*  – количество жидкости, профильтровавшейся в пласт во время ГРП, будет зависеть от свойств самой жидкости и от проницаемости пласта. Когда фильтрация жидкости разрыва в пласт велика, длина трещины уменьшается и трещина становится уже.

*Естественные напряжения горных пород* – ширина трещины также зависит от естественных горных напряжений. Высота трещины контролируется границами пласта и величиной основных напряжений горных пород.

*Свойства горных пород* – ширина трещины обратно пропорциональна модулю упругости Юнга горных пород. Например, чем выше модуль Юнга, тем уже трещина. Другие свойства горных пород, такие как коэффициент Пуассона и сжимаемость системы, также влияют на геометрию трещины, но в значительно меньшей степени.

*Пластовое давление* – градиент разрыва (используемый для определения величины давления необходимого для разрыва породы) зависит от пластового давления. В основном, чем выше градиент разрыва, тем выше давление, которое необходимо создать во время ГРП [1].

Литература:

1. Кучумов А.И., Зенкиев М.Я. Диагностирование эффективности ГРП в условиях Западной Сибири. Мегион: Мегион-Экспресс 2002. 432 с.
2. Сургучев М.Л. Вторичные и третичные методы повышения нефтеотдачи пластов. М.: Недра, 2001. 308 с.
3. Сафаров Р.Р. Развитие технологий гидравлического разрыва пласта как метода интенсификации притока // Научный форум. Сибирь. 2016. Т. 2, № 1. С. 12-13.
4. Усачев П.М. Константинов С.В. и др. Инструкция по технологии глубоко проникающего гидравлического разрыва пласта. Москва, 2003.

## **СТАБИЛИЗАЦИЯ ДОБЫЧИ НЕФТИ, ЗА СЧЕТ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДОВ УВЕЛИЧЕНИЯ НЕФТЕОТДАЧИ, НА IV СТАДИИ РАЗРАБОТКИ ФЕДОРОВСКОГО НЕФТЕГАЗОКОНДЕНСАТНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ**

*И.А. Прокопенко, М.Н. Прокопенко*

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

E-mail: IVProkopenko@ya.ru, ProkopenkoMN@mail.ru

В период (2010-2018 г.) на Федоровском месторождении наблюдается стабилизация среднегодовой добычи нефти за счет крупномасштабного проведения различных мероприятий по увеличению конечной нефтеотдачи и интенсификации добычи. Стоит отметить, что все

остаточные извлекаемые запасы (около 180 млн. т) относятся к категории трудноизвлекаемых.

*Ключевые слова:* увеличение нефтеотдачи, дебит, добыча, обводненность, горизонтальные скважины, забурка боковых стволов, гидроразрыв пласта

Географически Федоровское нефтегазоконденсатное месторождение расположено в 50 км к северу от г. Сургута на территории Сургутского района Ханты-Мансийского автономного округа – Югры Тюменской области. В тектоническом отношении месторождение приурочено к одноименному куполовидному поднятию II порядка, расположенному в центральной части Сургутского свода I порядка.

В пределах месторождения выделяются локальные структуры: Федоровская, Моховая, Восточно-Моховая, Северо-Сургутская и Тойлорская. Промышленно нефтеносными в пределах месторождения являются терригенные пласты АС<sub>4-8</sub>, АС<sub>6</sub><sup>1</sup>, АС<sub>7-8</sub>, АС<sub>9</sub> сангопайской свиты готеривского баремского ярусов, пласт БС<sub>1-2</sub> усть-балыкской свиты готеривского яруса, пласты БС<sub>10</sub><sup>1</sup>, БС<sub>10</sub>, БС<sub>14</sub><sup>ф</sup>, БС<sub>15</sub><sup>ф</sup>, БС<sub>16</sub>, БС<sub>16</sub><sup>ф</sup>, БС<sub>17</sub>, БС<sub>17</sub><sup>ф</sup>, БС<sub>17</sub><sup>1ф</sup>, БС<sub>18</sub>, БС<sub>18</sub><sup>ф</sup>, БС<sub>19</sub> сортымской свиты берриасского - валанжинского ярусов раннемелового возраста, пласты ЮС<sub>1</sub><sup>1-2</sup>, ЮС<sub>1</sub><sup>3</sup> васюганской свиты позднеюрского возраста и пласты ЮС<sub>2</sub><sup>1</sup>, ЮС<sub>2</sub><sup>2</sup> тюменской свиты среднеюрского возраста.

Всего на месторождении выявлено 128 залежей нефти и газа в 21 продуктивном пласте. Месторождение является гигантским по извлекаемым запасам, за 50 лет эксплуатации было добыто более 600 млн. т нефти. Остаточные запасы, находящиеся на последних стадиях разработки, оцениваются в пределах 160-180 млн. т.

При разработке месторождения были выделены 6 эксплуатационных объектов (БС10, БС1-2, АС4-8, АС9, ЮС1, ЮС2), при этом в объекте БС10 сосредоточены 78% всех запасов месторождения, самая активная разработка ведется на объектах АС9 и АС4-8, а дальнейшее разбуривание приурочено к объекту ЮС2. Все объекты находятся на разных стадиях разработки (от II для ЮС2 до IV для БС10).

Основной проблемой, возникающей при разработке, является высокая обводненность добывающих скважин (40% скважин обводнены более чем на 80%). Согласно особенностям нефтедобычи в данном районе, нефть залегает пластами с расположением их между шапкой, состоящей из газа, и подошвенной оторочкой из воды. Отсутствие глинистого почвенного барьера приводит к скорому проникновению воды в добываемую продукцию. Так же данную проблему усугубил тот факт, что в первые 10 лет разработки месторождения был допущен ряд ошибок при формировании системы поддержания пластового давления (ППД), что привело к быстрому снижению давления пласта (на 30%) и как следствие гораздо более активному началу повышения обводненности продукции. Текущие средние

дебиты добывающих скважин по месторождению составляют порядка 9 т/сутки по нефти и 78-80 т/сутки по жидкости.

К началу 2009 г. на месторождении накопились проблемы по его дальнейшей разработке:

1. Нерентабельность дальнейшего использования вертикальных скважин при разбуривании и извлечению остаточных запасов.
2. Высокая обводненность добывающих скважин и большое снижение пластового давления в дренируемой зоне (текущее среднее Рпл – 16 Мпа, начальное – 26 Мпа).
3. Невысокий межремонтный период работы добывающих скважин (в среднем 204 суток при проектном 240), частые не вынужденные остановки оборудования.
4. Низкие средние дебиты добывающих скважин и как итог отставание от проектных показателей на 20%.

В связи с этим компанией “Сургутнефтегаз” с 2010 г на месторождении принята стратегия по активному применению различных мероприятий по увеличению конечной нефтеотдачи (текущий КИН на 2018 г – 0,102, проектный на весь период добычи – 0,239) и извлечения остаточных запасов. Основные методы увеличения нефтеотдачи на месторождении можно разделить на 3 основных направления:

1. Мероприятия по извлечению остаточных запасов (все запасы относятся к категории трудно извлекаемых).
2. Мероприятия по борьбе с осложнениями при разработке.
3. Мероприятия по воздействию на пласт с целью увеличения его коллекторских свойств.

Как итог за период 2010-2018 г. на Федоровском месторождении было проведено огромное количество различных мероприятий по увеличению нефтеотдачи, основной вклад в дополнительную добычу имеют следующие работы:

1. Бурение горизонтальных скважин и зарез боковых стволов (917 ГС и 470 ЗБС).
2. Проведение гидравлического разрыва пласта в добывающих и нагнетательных скважинах (740 операций).
3. Борьба с осложнениями при разработке с целью увеличения межремонтного периода (МРП) работы скважин (борьба с асфальто - смолистыми и парафиновыми отложениями (АСПО), с солеотложениями, коррозией в добывающем оборудовании, правильный подбор и режимов работы установок электроприводного центробежного насоса (УЭЦН), штанговые – глубинные насосы (ШГН) и т.д., всего 821 мероприятие).
4. Остальные физико-химические МУН (соляно – кислотная обработка (СКО), полимерно-активные вещества (ПАВ), паратепловое воздействие и т.д., всего 364 операции).

Всего за этот период от данных МУН было дополнительно добыто около 25 млн. т нефти, что составило 38% от всей добычи, что можно признать крайне положительный эффектом для месторождения на поздних стадиях разработки. Наибольший технологический эффект составил МУН по ГС и ЗБС всего около 17 млн.т, далее следует гидравлический разрыв пласта (ГРП) – около 4 млн. т, за счет увеличения МРП (на 20%) было дополнительно добыто около 3 млн. т.

Отдельно стоит отметить бурение и ввод в разработку горизонтальных скважин, для условий Федоровского месторождения это наиболее эффективный методы увеличения конечной нефтеотдачи. Бурением ГС возможно вовлечь в разработку ранее не пробуренные участки, скрытые, к примеру, водяной шапкой законтурных вод и не только. Так же сами ГС имеют большую площадь дренируемой зоной по сравнению с типичным вертикальным стволом (ВС) за счет длинного горизонтального участка в продуктивном пласте. Соответственно средние дебиты ГС выше, чем у ВС в 3-4 раза, отсюда и высокая технологическая эффективность от их применения.

К примеру среднесуточный дебит вертикальной скважины составляет 8-12 т/сутки с обводненностью в 90% на объекте БС10, дебит же новых ГС на объекте ЮС2 составляет 45-50 т/сутки по нефти и 70-75 т/сутки по жидкости, при этом согласно исследованиям, проводим компанией “Сургутнефтегаз”, в условиях Федоровского месторождения период добычи, при котором дебит ГС выше чем средний дебит ВС по месторождению составляет 6-7 лет. За этот срок возможно добыть 60-70 тыс. т нефти, за аналогичный период с ВС можно получить 18-20 тыс. т. На данный момент фонд ГС на месторождении составляет всего 20%, при этом с этих скважин добывается около 50% всей нефти (за 2018 г), в среднем ежегодно с 1 ГС добывается 12 тыс. т нефти, с 1 ВС – 4 тыс.

С учетом того, что в недрах Федоровского месторождения находится огромное количество остаточных запасов нефти и газа, бурение ГС является крайне эффективным методов повышения нефтеотдачи в условия данного месторождения.

Проведением МУН за период 2010-2018 г. на месторождении удалось стабилизировать среднегодовую добычу по нефти на уровне 9 млн. т. и снизить среднюю обводненность по скважинам на 4% (с 86 до 82%, за счет эффекта снижения обводненности от ГРП и ввода забурки бокового ствола (ЗБС) и ГС). С учетом общего фонда скважин в 3 тыс. единиц (1900 добывающих) это существенный показатель. Дальнейшая перспектива применения различных МУН связана с проектами по ГРП в горизонтальных и вертикальных скважинах, а также постепенным вводом новых ГС и ЗБС.

Литература:

1. Проект разработки Федоровского месторождения. Тюмень: Тюменский филиал «СургутНИПИнефть», 2014.
2. Технико-экономическое обоснование коэффициентов извлечения нефти Федоровского месторождения. Тюменское отделение «Сургут-НИПИнефть», Тюмень, 2014.
3. Авторский надзор за реализацией проектных технологических документов на разработку Федоровского месторождения. Тюменское отделение «СургутНИПИнефть», Тюмень, 2008.
4. Авторский надзор за реализацией «Дополнения к технологической схеме разработки Федоровского месторождения». Тюменское отделение «СургутНИПИнефть», Тюмень, 2010.

## STABILIZATION OF OIL PRODUCTION, THROUGH THE USE OF METHODS TO INCREASE OIL RECOVERY, AT THE IV STAGE OF DEVELOPMENT OF THE FEDOROVSKY OIL AND GAS CONDENSATE FIELD

*I.A. Prokopenko, M.N. Prokopenko*

During the period (2010-2018 g) showed a field has exceeded the average annual oil production due to large scale of various activities on increasing the ultimate nefteootdachi and intensify production. It is worth noting that all residual recoverable reserves (about 180 million tons) are classified as hard-to-recover.

*Keywords:* increased oil recovery, debit, extraction, water cut, horizontal well, side fence trunk, hydrofracturing layer's

## ОБ ИЗВЛЕЧЕНИИ ДИОКСИДА УГЛЕРОДА ИЗ ОТХОДЯЩИХ ГАЗОВ

*Б.Ю. Смирнов*

Самарский государственный технический университет, г. Самара

E-mail: boris\_s57@mail.ru

Рассмотрены вопросы извлечения диоксида углерода из отходящих газов промышленности и энергетики, как основного направления предотвращения изменения климата. Выполнен аналитический обзор, позволивший определить приоритетные технологии улавливания диоксида углерода.

*Ключевые слова:* диоксид углерода, изменения климата, абсорбция, адсорбция

Общепринято, что наблюдаемые сегодня заметные изменения климата во многом определяются антропогенной эмиссией парниковых газов, включая диоксид углерода, метан, оксиды азота и некоторые другие. Еще в 1827 г. французский ученый Жан Батист Жозеф Фурье дал теоретическое обоснование парникового эффекта: атмосфера пропускает коротковолновое солнечное излучение, но задерживает собственную длинноволновую радиацию Земли. В 1896 году шведский физико - химик Сванте Аррениус пришел к выводу, что из-за сжигания угля изменяется концентрация диоксида углерода в атмосфере, и это приводит к потеплению климата.

Исследования последних лет свидетельствуют о неуклонном возрастании выбросов парниковых газов в атмосферу. Согласно оценкам, приведенным



в докладе Межправительственной группы экспертов по изменению климата, современная антропогенная эмиссия парниковых газов является самой высокой в истории наблюдений, причем наибольший вклад в общий объем выбросов вносит диоксид углерода [7].

На территории Российской Федерации постоянный мониторинг содержания и изменчивости наиболее распространенных парниковых газов – метана и диоксида углерода – проводится Федеральной службой по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды в северных широтах и в центральном районе Европейской части.

Результаты измерений, выполненных в 2017 году на трех арктических станциях, показали, что уровень концентрации диоксида углерода в приземном слое атмосферы достиг здесь очередного максимума и составил более  $408 \text{ млн}^{-1}$  (в 2016 г. –  $405 \text{ млн}^{-1}$ ) [3]. Аналогичная тенденция обнаруживается и в центральном районе Европейской части Российской Федерации. Например, исследования, выполненные на станции Обнинск, свидетельствуют о том, что за период 1998–2017 гг. скорость роста концентрации диоксида углерода составляла  $2,08 \text{ млн}^{-1}$  в год [3].

Понимание международным сообществом необходимости сдерживания климатических изменений привело к разработке и принятию в ходе Конференции по климату в Париже в декабре 2015 г. соглашения, регулирующего меры по снижению содержания диоксида углерода в атмосфере. Оно пришло на смену действовавшего до того момента Киотскому протоколу от 1997 года [8]. Ключевыми положениями нового соглашения стали следующие позиции [6]:

1. Не позволять средней температуре на планете расти выше  $2^\circ\text{C}$  по отношению к показателям доиндустриальной эпохи, а по возможности снизить ее до  $1,5^\circ\text{C}$ .

2. Начать в период с 2050 - 2100 г.г. ограничивать выброс парниковых газов, получаемых в результате промышленной деятельности человека, до уровня, который деревья, почва и Мировой океан могут переработать естественным образом.

3. Пересматривать в сторону увеличения каждые пять лет вклад каждой отдельной страны по снижению вредных выбросов в атмосферу.

4. Развитые страны должны выделять средства в специальный климатический фонд для помощи более бедным государствам на борьбу с последствиями климатических изменений (например, стихийные бедствия или подъем уровня океана) и переход на использование возобновляемых источников энергии.

Сегодня улавливание диоксида углерода из отходящих газов промышленности и энергетики с последующим его использованием в качестве ценного ресурса рассматривается как одно из основных направлений достижения глобальных индикаторов,

определенных Парижскими соглашениями [4, 5, 7, 11]. Подобный подход не только позволяет решать проблемы изменения климата, но и в определенной степени снимает своего рода негативный контроль над использованием углеродсодержащего топлива и развитием топливной энергетики.

Такое решение нашло также свое отражение и в комплексном плане реализации Климатической доктрины Российской Федерации на период до 2020 года. Одним из мероприятий этого плана является разработка и реализация пилотных проектов по сооружению и опытно-промышленной эксплуатации объектов в области энергетики для улавливания и захоронения диоксида углерода. В настоящее время в Российской Федерации такие технологии пока не нашли применения. Другое мероприятие предусматривает разработку и реализацию мер по модернизации технологий и оборудования (установок) для производства основных химических веществ (аммиака и нефтепродуктов). Одним из основных результатов проведенной модернизации стало, в частности, увеличение производства аммиака в 2012–2018 гг. на  $5,7\%$  при росте выброса парниковых газов только на  $1,2\%$  [2].

Следует отметить, что основным фактором, сдерживающим реализацию технологий улавливания диоксида углерода из отходящих газов в настоящее время, является их высокая стоимость. По оценкам, приведенным в [4], она составляет  $75\%$  от общих затрат на улавливание, транспорт и утилизацию диоксида углерода.

Выполненный в рамках настоящих исследований аналитический обзор позволил определить основные методы извлечения диоксида углерода из отходящих газов промышленных и энергетических установок, к числу которых следует отнести абсорбцию и адсорбцию.

Обычно используемая хемосорбция с применением водных растворов аминов отличается высокой скоростью реакции и большой поглощающей емкостью. Однако метод не свободен от ряда существенных недостатков, а именно: высокая энергоемкость процесса, коррозионная активность применяемых растворов [9]. Повышение эффективности абсорбционного процесса связывают, в частности, с применением в качестве сорбентов смесей аминов и ионных жидкостей [10,11].

Существенное снижение расходов на улавливание диоксида углерода примерно на  $20\text{-}30\%$  возможно при использовании адсорбционных технологий [4]. Применение этого метода приводит к заметному снижению энергоёмкости процесса, кроме того, твердые сорбенты характеризуются значительно меньшей коррозионной активностью и устойчивостью по отношению к различным примесям, содержащимися в исходном газе [1].

Извлечение диоксида углерода из отходящих газов представляется основой для решения актуальной

проблемы изменения климата, а также задачи превращения этого вещества в ценный сырьевой ресурс, с использованием которого возможно получение широкого круга различных химических продуктов [7].

Литература:

1. Bahamon D., Diaz-Marquez A., Gamallo P., Vega L.F. Energetic evaluation of swing adsorption processes for CO<sub>2</sub> capture in selected MOFs and zeolites: effect of impurities // Chem. Eng. J. 2018. №342. P. 458–473.
2. Государственный доклад Министерства природных ресурсов и экологии РФ «О ходе выполнения в 2018 г. комплексного плана реализации Климатической доктрины Российской Федерации на период до 2020 г.». Электронный ресурс [http://www.mnr.gov.ru/docs/o\\_vypolnenii\\_kompleksnogo\\_plana\\_realizatsii\\_klimaticheskoy\\_doktriny/doklad\\_o\\_khode\\_vypolneniya\\_v\\_2018\\_godu\\_kompleksnogo\\_plana\\_realizatsii\\_klimaticheskoy\\_doktriny\\_rossii](http://www.mnr.gov.ru/docs/o_vypolnenii_kompleksnogo_plana_realizatsii_klimaticheskoy_doktriny/doklad_o_khode_vypolneniya_v_2018_godu_kompleksnogo_plana_realizatsii_klimaticheskoy_doktriny_rossii).
3. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2017 г.». М.: Минприроды России; НПП «Кадастр», 2018. 888 с.
4. Dindi Abdallah, Quanga Dang Viet, Vegab Lourdes F., Nashefa Enas, Abu-Zahraa Mohammad R.M. Applications of fly ash for CO<sub>2</sub> capture, utilization, and storage // J. of CO<sub>2</sub> Utilization. 2019. № 29. P. 82–102.
5. Norhasyima R.S., Mahlia T.M.I. Advances in CO<sub>2</sub> utilization technology: A patent landscape review. Journal of CO<sub>2</sub> Utilization. 2018. № 26. P. 323–335.
6. ООН. Рамочная Конвенция об изменении климата. Принятие Парижского соглашения 12 декабря 2015 г. Электронный ресурс <https://unfccc.int/resource/docs/2015/cop21/rus/109r.pdf>.
7. Rafieea Ahmad, Khalilpourb Kaveh Rajab, Milanid Dia, Panahie Mehdi. Trends in CO<sub>2</sub> conversion and utilization: A review from process systems perspective // J. of Environmental Chemical Engineering. 2018. № 6. P. 5771–5794.
8. Смирнова С.Б., Смирнов Б.Ю., Альбитер Л.М. Об эколого-экономическом факторе развития Самарского региона // Вестник Самарского государственного экономического университета. 2014. № 5 (115). С. 24–27.
9. Shijian Lu, Dongya Zhao, Quanmin Zhu. CO<sub>2</sub> absorber coupled with double pump CO<sub>2</sub> capture technology for coal-fired flue gas. Energy Procedia. 2018. № 154. P. 163–170.
10. Yanga Jie, Yua Xinhai, et al. CO<sub>2</sub> capture using absorbents of mixed ionic and amine solutions // Energy Procedia. 2014. № 61. P. 2849–2853.
11. Zaccchello Baptiste, Oko Eni, Wang Meihong, Fethi Aloui. Process simulation and analysis of carbon capture with an aqueous mixture of ionic liquid and monoethanolamine solvent // Int. J. of Coal Science & Technology. 2017. V. 4, № 1. P. 25–32.

## ABOUT CARBON DIOXIDE CAPTURE FROM FLUE GASES

*B.Yu. Smirnov*

Samara State Technical University, Russia

The issues of carbon dioxide extraction from waste gases of industry and energy are considered as the main direction of climate change prevention. An analytical review has been carried out to identify priority carbon dioxide capture technologies.

**Keywords:** Carbon dioxide, climate change, absorption, adsorption

## ГЕОДЕЗИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ПРОСТРАНСТВЕННОГО ПОЛОЖЕНИЯ СВЕТООТРАЖАЮЩЕЙ МАРКИ

*А.Г. Мадиев, Н.А. Пархоменко, А.А. Смагин*

Омский государственный аграрный университет им. П. А. Столыпина, г. Омск

E-mail: Ag.madiev1538@omgau.org

В статье рассматривается технология и приводятся результаты исследования пространственного положения светотражающей марки, выполненные в январе-

феврале 2019 года, с использованием электронного тахеометра фирмы Торсон. Даны рекомендации на основе выполненных исследований.

**Ключевые слова:** геодезический мониторинг, электронный тахеометр, светоотражающая марка, Торсон, СКП, изменение температуры окружающей среды

Использование светоотражающих марок в практике геодезических работ зарекомендовало себя с положительной стороны. Действительно, используя такие марки, существенно сокращается время установки определяемой станции методом обратной засечки, нежели выполняя традиционный метод, прибегая к помощи помощника геодезиста. Также время на создание временного репера существенно сокращается – наклеить марку и определить ее пространственные координаты, вопрос одной – двух минут. А в плохих погодных условиях, при использовании безотражательного режима, без светоотражательной марки и вовсе нельзя обойтись. Так, например, от мокрого бетона или металла лазерный луч тахеометра плохо отражается, поэтому могут возникнуть ситуации, при которых ориентирование станции будет невозможным, светоотражающая марка же отлично отражает, даже если она будет мокрой. Единственным недостатком использования марок является их одноразовость.

Исследования выполнены на объекте производства работ, находящимся в Омской области в зимний период 2019 года.

**Материалы и методы.**

Материалом в данной статье является комплект геодезического оборудования, включающий в себя: инженерный тахеометр Торсон OS-101L, штатив, мини-призму SECO 5910-06 и пленочный отражатель RGK 30\*30 мм. Инженерный тахеометр Торсон OS-101L, с программным обеспечением Magnet Field On Board, включает в себя все современные функций, повышающие производительность работ.

*Таблица 1*

Технические характеристики инженерного тахеометра Торсон OS-101L

Точность (с.к.о.) измерения угла одним приемом.	1"
Диапазон измеряемых расстояний, м	
без отражателя	0,3 – 500
на отражающую плёнку	
по одной призме	0,3 – 5000
Точность измерения расстояний, мм	
по одной призме	$2 + 2 \times 10^{-6} \times D$
без отражателя	$3 + 2 \times 10^{-6} \times D$

Также, данный тахеометр адаптирован для работы в условиях низких температур (до -35°C), что

было крайне важно, так как в момент выполнения работ, температура окружающей среды опускалась до  $-32^{\circ}\text{C}$ . Технические характеристики тахеометра Topcon OS-101L представлены в таблице 1.

Мини-призма SECO 5910-06 применяется для дальности работ до 2000 м, диаметр составляет 25 мм, а постоянная призмы равна нулю.

Пленочный отражатель RGK 30\*30 мм применяется для работы с любыми типами электронных тахеометров и лазерных дальномеров и имеет постоянную, равную нулю [1].

Методика наблюдения за деформацией марки состояла из двух этапов: закрепление и установление пространственных координат марки и наблюдения за ее деформациями. Закрепление марки производилось на сухих, устойчивых поверхностях, при этом одним из главных условий расположения марки, обеспечение ее видимости с любой точки рабочей зоны. На действующей строительной площадке требуемое условие труднодостижимо, решение данной проблемы возможно путем расположения марок на высотных сооружениях (мачты, лестницы и т. д.). После закрепления светоотражающих марок определяются их пространственные координаты. Для этого станция стоянки тахеометра была установлена с пунктов геодезической разбивочной основы. Средняя квадратическая погрешность (СКП) установки станции колебалась в пределах от 3 до 9 мм, при этом расстояние до марок не превышало 150 метров. Для исключения люфта измерения проводились строго по часовой стрелке. Определение пространственных координат выполнялось в режиме съемки, измерения проводились три раза при двух кругах тахеометра. После определения координат марок выполняется контроль, сущность которого заключается в определении пространственного положения установки прибора, используя координаты марок. СКП установки станции от марок, колебалась в пределах 7-10 мм. Следовательно, пространственное положение светоотражательных марок было установлено правильно.

Результаты исследований.

Наблюдения за деформациями марок происходили в период с 21.01.2019 по 19.02.2019 г. Даты наблюдений были выбраны таким образом, чтобы учесть максимальную и минимальную температуру окружающей среды.

Таблица 2

Данные геодезического мониторинга светоотражающей марки 1, в период с 21.01.2019 по 19.02.2019 г.

Дата наблюдения	Координаты		
	X, м	Y, м	H, м
21.01.2019 г.	495377.627	2161372.861	129.306
04.02.2019 г.	495377.629	2161372.863	129.305
19.02.2019 г.	495377.628	2161372.862	129.306

В начале данного периода температура окружающей среды составляла  $-1^{\circ}\text{C}$ , в середине  $-30^{\circ}\text{C}$ , в

конце проводимого наблюдения температура окружающей среды вернулась к начальным значениям, т.е. наблюдался резкий температурный скачок. Для упорядоченности данные наблюдений за светоотражающими марками 1, 2 и 3 предоставлены в таблице 2, 3 и 4 соответственно.

Из таблицы видно, что марка 1 изменяла свое пространственное положение не более, чем на два миллиметра. Плановое положение светоотражающей марки в заключительном этапе наблюдений отличается от начального не более чем на один миллиметр в то время, как отметка сохранила свое высотное положение, но изменяла его в процессе перемены температур.

Таблица 3

Данные геодезического мониторинга светоотражающей марки 2, в период с 21.01.2019 по 19.02.2019 г.

Дата наблюдения	Координаты		
	X, м	Y, м	H, м
21.01.2019 г.	495365.908	2161372.861	129.306
04.02.2019 г.	495365.907	2161372.863	129.305
19.02.2019 г.	495365.908	2161372.862	129.305

Из таблицы видно, что марка 2 изменяла свое пространственное положение не более, чем на два миллиметра. Плановое положение светоотражающей марки в заключительном этапе наблюдений отличается от начального не более, чем на один миллиметр. Изменение высотного положения марки, также не превышает одного миллиметра.

Таблица 4

Данные геодезического мониторинга светоотражающей марки 3, в период с 21.01.2019 по 19.02.2019 г.

Дата наблюдения	Координаты		
	X, м	Y, м	H, м
21.01.2019 г.	495365.909	2161325.679	127.658
04.02.2019 г.	495365.910	2161325.678	127.657
19.02.2019 г.	495365.909	2161325.679	127.659

Из таблицы видно, что марка 3 изменяла свое пространственное положение не более, чем на один миллиметр. Плановое положение светоотражающей марки в заключительном этапе наблюдений не отличается от начального, в то время как высотное положение марки, отличается от начального на один миллиметр.

Закключение. В результате анализа данных геодезического мониторинга определено, что пространственные координаты светоотражающих марок изменяли свое положение в течение времени наблюдений. Разумно предположить, что данные изменения пространственного положения марок, вызваны скачком температуры окружающей среды, что впоследствии вызвало сжатие и расширение металлоконструкций, на которых они располагались. При этом СКП установки станции, с исполь-

зованием в качестве реперов светоотражающих марок, не превышало 12 мм. Контролем определения геометрии установки станции служил вынос пунктов геодезической разбивочной основы, при этом ошибка выноса не превышала 15 мм. При таком значении показателей точности высокоточные геодезические работы проводить нельзя, но для, например, выноса свайного поля данные значения точности являются допустимыми.

Практическая значимость заключается в выявлении причин деформации пространственного положения светоотражающей марки, которые связанных с изменением температуры окружающей среды до 30°C, для их исключения. Для этого необходимо каждый раз заново определять координаты марок с исходных пунктов, для дальнейшего их использования. Также, желательно располагать светоотражающие марки на объектах, не изменяющие свою геометрическую форму с резкими перепадами температуры.

Литература:

1. Технология и результаты проведения геодезического мониторинга осадок здания: сборник научных трудов / Е. Д. Ермаков, В. А. Миллер, И. А. Козлова, А. В. Лукьянов, Н. А. Пархоменко. Омск: Издательство ФГОУ ВПО ОмГАУ, 2015. 156 с.
2. Основные причины осадок и деформаций: сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию высшего геодезического образования в Омском ГАУ/ Н.А. Пархоменко. Омск: Издательство ФГОУ ВПО ОмГАУ, 2018. 240 с.
3. Интернет-ресурс <http://www.rusgeocom.ru/topcon-os-1011>, дата обращения 20.03.2019.

GEODETIC MONITORING OF THE SPATIAL POSITION OF THE REFLECTIVE MARK

A.G. Madiev, N.A. Parkhomenko, A.A. Smagin

Omsk state agrarian University named after P. A. Stolypin, Omsk

This article discusses the technology and the results of the study of the spatial position of the geodetic mark, performed in January-February 2019, using the electronic tacheo-meter company Topcon. Recommendations are given on the basis of the performed researches.

Keywords: geodetic monitoring, electronic total station, reflective mark, Topcon, UPC, ambient temperature change

ПРИМЕНЕНИЕ ПРИБОРА ВЕРТИКАЛЬНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ LV-1 В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Н.У. Амандаков, Я.А. Лаврентьев, А.Г. Мадиев, Н.А. Пархоменко

Омский государственный аграрный университет им. П. А. Столыпина, г. Омск

E-mail: nu.amandakov1538@omgau.org

В статье рассмотрен прибор вертикального проектирования LV-1, фирмы Sokkia. Приведен план действий, при установке прибора в рабочее положение, показаны

его достоинства и недостатки. Также рассмотрено применение данного прибора в строительстве.

Ключевые слова: прибор вертикального проектирования, LV-1, Sokkia, строительство, передача планового положения отметки

Ведение геодезических работ неразрывно связано с применением специального оборудования. Применение прибора вертикального проектирования LV-1 позволяет быстрее и качественнее выполнить поставленные задачи, а результат будет более точен, при условии, что специалист, использующий данные приборы, умеет ими пользоваться в полной мере. К таким приборам относятся приборы вертикального проектирования, которые, обычно, классифицируются на механические и оптические. Отличие данных приборов заключается в центре. В механических приборах отвесная линия реализуется струной с грузом или стержнем, а в оптических – за счет установки оптических центриров. Оптические центриры подразделяются на технические, точные и высокоточные, которые характеризуются точностью от 1:5000-1:10000 при расстояниях 10-20 м, до 1:100000 при расстоянии 250-500 м [1].

Работы, указанные в статье, проводились на базе Омского государственного аграрного университета им. П.А. Столыпина в марте 2019 г.

Материалы и методы.

Материалом в данной статье является комплект геодезического оборудования, включающий в себя: прибор вертикального проектирования LV-1, штатив, и лазерная мишень. Прибор широко используется, и получил заслуженное признание в России. LV-1 имеет лазерный луч видимого диапазона насыщенного красного цвета, что позволяет исполнителю наблюдать пересечение лучом всех плоскостей на расстоянии до 100 м. Центрирование над точкой производится встроенным лазерным центриром на расстояние до 5 м. В компенсаторе применена комбинированная, воздушно-магнитная амортизация [2].

Таблица 1

Технические характеристики прибора вертикального проектирования SokkiaLV-1

Класс лазера	класс 2 (IEC 82501 1993), класс II (CFR21)
Длина волны лазера	635nm
Диаметр лазерного пятна на расстоянии 100 м (в зенит), мм	7
Диаметр лазерного пятна на расстоянии 5 м (в надири), мм	2
Диапазон работы компенсатора, мин	±10
Предел измерений в зенит, м	100
Предел измерений в надири, м	5
Точность установки отвесной линии в зенит, "	±5
Точность установки отвесной линии в надири, мин.	±1
Цена деления установочного уровня	10" на 2 мм

Технические характеристики прибора вертикального проектирования SokkiaLV-1 представлены в табл. 1.

Технология выполнения работ для приведения прибора вертикального проектирования SokkiaLV-1 в рабочее положение заключалось в центрировании и горизонтировании прибора над пунктом. Центрирование прибора заключалось в установление прибора точно над пунктом, причем в рамках точности, заявленной производителем, т. е. точности установки отвесной линии в надир, равной  $\pm 1$  мин. Центрирование производилось при помощи подъемных винтов, а также оптического центрира. После выполнения центрирования производилось горизонтирование прибора. Данное действие выполнялось при помощи ножек штатива, при этом, если до нуля уровня «не хватает» нескольких делений, минимально - допустимых, дозволительно «докрутить» уровень при помощи подъемных винтов, но после горизонтирования необходимо проверить центрирование прибора, используя оптический центрир. Только после проверки того, что центрирование не сбилося, можно приступить к выполнению требуемых работ. Прибор вертикального проектирования Sokkia LV-1, установленный в рабочее положение, представлен на рис. 1.



Рис. 1. Sokkia LV-1, установленный в рабочее положение.

К достоинствам данного прибора относится встроенный маятниковый компенсатор с системой комбинированной воздушно-магнитной амортизации, который позволяет быстрее привести уровень прибора в горизонтальное положение, а также проследит за его состоянием во время работы. Питание прибора вертикального проектирования Sokkia LV-1, также можно отнести к достоинствам, так как питание осуществляется от аккумулятора BDC38 либо от четырех батареек R20, благодаря чему с заменой элементов питания не возникнет никаких

проблем, а время работы от аккумулятора составляет 80 часов.

К недостаткам данного прибора можно отнести лишь то, что он больше не производится, т.е. купить данный прибор возможно только бывшим в употреблении.

Прибор вертикального проектирования SokkiaLV-1 позволяет, с высокой точностью, решать наиболее востребованные геодезические задачи, встречаемые в строительстве. Данный инструмент предназначен для переноса координатных точек с одного горизонта на другой. Это особенно актуально, для объектов, строящихся в сложных природных условиях или представляющих особую опасность, например, атомных станций и химических производств. Также этот инструмент успешно применяется в маркшейдерском деле, в деформационном мониторинге, при монтаже оборудования, и многих других работах.

Использование прибора вертикального проектирования SokkiaLV-1 в производстве связано с возрастанием требований к точности производимых работ, в особенности при проведениях геодезического контроля при строительстве монолитных сооружений таких, как опоры мостов, дымовые трубы, башенные копры, водонапорные башни, элеваторы и т. д.

Практическая значимость заключается в подробном рассмотрении данного прибора, приведение плана действий для установления прибора в рабочее положение, указании достоинств и недостатков инструмента. Данная тема является актуальной, так как информации в открытых интернет-ресурсах о данном приборе катастрофически мало.

Литература:

1. Градецкий В.Г., Рачков М.Ю. Роботы вертикального перемещения. Москва: Институт проблем механики РАН, 2014. 223 с.
2. Интернет-ресурс [https://lazerdist.ru/lazernye-niveliry/pribory-vertikalnogo-proektirovaniya/pribor\\_vertikalnogo\\_proektirovaniya\\_lv1\\_sokkia](https://lazerdist.ru/lazernye-niveliry/pribory-vertikalnogo-proektirovaniya/pribor_vertikalnogo_proektirovaniya_lv1_sokkia)

## **КОМПЛЕКС ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ РАБОТ, ВЫПОЛНЕННЫХ ДЛЯ ЦЕЛЕЙ МЕЖЕВАНИЯ ЗЕМЕЛЬ**

*А.Г. Мадиев, Е.Н. Купреева*

Омский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина, г. Омск

E-mail: [En.kupreeva@omgau.org](mailto:En.kupreeva@omgau.org)

В статье рассматривается современный комплекс геодезических работ, выполненных для целей межевания земель.

*Ключевые слова:* межевание, геодезический работы при межевании, электронный тахеометр

Межевание земель представляет собой совокупность работ по установлению, восстановлению и закреплению на местности границ земельного

участка, определению его местоположения и площади [1]. Поставлена цель: рассмотреть комплекс геодезических работ, выполненных для целей межевания земель. Геодезические работы при производстве межевания предусматривают выполнение основных видов работ: построение опорной межевой съёмочной сети и определение планового положения межевых знаков, площади участка [2]. Опорная межевая сеть (ОМС) является геодезической сетью специального назначения, предназначена для координатного обеспечения государственного земельного кадастра, землеустройства, мониторинга земель, других мероприятий по управлению земельным фондом РФ. В настоящее время при наличии на территории сети постоянных опорных станций наиболее оптимальным способом выполнения кадастровой съёмки местности является способ, основанный на использовании комплексной системы, включающей спутниковый приемник и электронный тахеометр. Для определения координат пунктов ОМС и межевых знаков применялся метод спутниковых геодезических определений. Данная технология в настоящее время актуальна, к преимуществам использования ГНСС (Глобальные Навигационные Спутниковые Системы) можно отнести - получение координат в реальном режиме времени, возможность определения координат точек в любое время суток, возможность вычисления при значительных расстояниях между исходными и определяемыми пунктами, обработка результатов полностью автоматизирована. На объекте работ применялся электронный тахеометр Topcon OS-101L, с программным обеспечением Magnet Field On Board, включающим в себя все современные функции, повышающие производительность работ. Электронная тахеометрия имеет ряд преимуществ - возможность одновременно с созданием съёмочного обоснования производить съёмку ситуации и рельефа, возможность быстрой привязки к пунктам геодезического обоснования, уменьшение числа станций и времени при наборе пикетов на местности, автоматическая фиксация результатов. Формирование землеустроительного дела выполнена в программе MapInfo. MapInfo Professional – это геоинформационная система (Geo-Information System), один из самых популярных программных продуктов, применяемых в геодезии.

При выполнении камеральных работ к площади земельного участка предъявляют повышенные требования, так как она является его важнейшей характеристикой, поэтому нижняя граница точности определения координат межевых знаков в городах составляет 0,1 м. Площадь земельного участка вычисляется в среде ГИС аналитическим способом [3].

После проведения работ по межеванию земельного участка было составлено землеустроительное дело в двух экземплярах, после территори-

альным отделом Управления Роснедвижимости утверждены материалы установления границ, и технический отчет направлен в территориальный отдел Управления Роснедвижимости и заказчику. После формирования землеустроительного дела составлен АКТ государственной приемки (освидетельствования) материалов межевания земель. В результате государственной приемки материалов межевания земель было установлено:

1. Акт установления и согласования границ земельного участка рассмотрен и утвержден территориальным отделом Управления Роснедвижимости. Межевые знаки сданы на наблюдение за сохранностью.
2. Споры и возражений по результатам межевания нет.
3. Чертеж границ земельного участка соответствует принятым требованиям и утвержден территориальным отделом Управления Роснедвижимости.
4. Землеустроительное дело оформлено и подготовлено для передачи на постоянное хранение в архив.

Использование современных спутниковых технологий предоставляет специалистам новые решения при ведении геодезических работ, предназначенных для целей межевания, землеустройства и кадастра объектов недвижимости, для выполнения которых используется электронные тахеометры в комплексе с GPS – приемниками [4]. В настоящее время применение GNSS технологий в комплексе с электронными тахеометрами – наиболее оптимальный способ выполнения межевания и кадастровой съёмки местности.

#### Литература:

1. Инструкция по межеванию земельных участков. М.: Росземкадастр, 2002. 29 с.
2. Неумывакин Ю.К., Перский М.И. Земельно-кадастровые геодезические работы. М.: "КолосС", 2006.
3. Геодезические работы при землеустройстве: Учеб. пособие / А.В. Лысов, А.С. Шиганов; ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ им. Н.И. Вавилова». Саратов, 2007. 147 с.
4. Купреева Е. Н. Применение GNSS технологий для целей межевания. Наука и образование: проблемы и тенденции развития // Мат. V Международной научно – практической конференции. г.Уфа, 29-30 декабря 2017. С. 113–122.

#### THE COMPLEX OF GEODETIC WORKS PERFORMED FOR THE PURPOSES OF LAND SURVEYING

*A.G. Madiev, E.N. Kupreeva*

Omsk state agrarian University. P. A. Stolypin, Omsk

In this article the modern complex of the geodetic works executed for the purposes of land surveying is considered.

*Keywords:* surveying, geodetic works at surveying, electronic total station

## **КОМПЛЕКС ТОПОГРАФО-ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ РАБОТ ВЫПОЛНЕННЫХ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СЕТЕЙ ГАЗОСНАБЖЕНИЯ НАСЕЛЕННОГО ПУНКТА**

*В.Е. Новикова, Е.А. Курячая*

Омский государственный аграрный университет  
им. П.А. Столыпина, г. Омск

E-mail: [ve.novikova1720@omgau.org](mailto:ve.novikova1720@omgau.org)

В последнее время, все более востребованными становятся различного вида топографо - геодезические работы в населенных пунктах. Это связано со строительством инженерных конструкций, сооружений, коммуникаций. Немалое влияние оказывает геодезическое обеспечение строительства на экономическую эффективность капитальных вложений. Современные технологии во многом упрощают и ускоряют процесс производства.

Объем выполненных работ при проектировании сетей газоснабжения населенного пункта включает в себя: создание планово-высотной съемочной сети, топографическую съемку, уравнивание планово-высотной сети, отрисовку плана. Планово-высотное съемочное обоснование на объекте создается путем проложения электронно - тахеометрических ходов двумя приемами. Топографическая съемка территории может выполняться в соответствии с техническим заданием полярным способом.

По прибытию на объект бригада выполняет следующие виды работ:

- 1) составление плана работ;
- 2) рекогносцировка местности;
- 3) закладка пунктов съемочного обоснования.

Съемочное обоснование создается для последующей топографической съемки для целей проектирования газопровода по улицам села, пункты съемочного обоснования и тахеометрические ходы располагаются по осям улиц и так, чтобы имелась видимость как можно большего числа объектов съемки с каждого пункта. Тахеометрические ходы были проложены по местности, удобной для линейных измерений. Поворотные точки выбирают так, чтобы обеспечивались удобство постановки прибора и хороший обзор для ведения съемки.

Система теодолитных ходов на объекте изысканий строится с использованием всяких ходов, а длины сторон не должны превышать допустимые. В процессе исполнения работ проводят контрольные вычисления. Как правило, контрольные вычисления выполняются исполнителем работ и его непосредственным руководителем. Подземные коммуникации снимаются одновременно с ситуацией и рельефом. При обследовании подземных коммуникаций на планах указывают назначение снимаемого трубопровода или кабеля и их технические характеристики: мате-

риал, из которого изготовлен трубопровод, диаметр трубы, глубина заложения, напряжение, количество кабелей. При съемке подземных сооружений определяются: отметки верха колодца, отметки кольца (борта) колодца, отметки земли колодца, глубина колодца, отметки верха трубы, отметки низа трубы, отметки земли трубы.

Съемка коммуникаций включает в себя: планово-высотную съемку, выходы на поверхность и съемку линий, которые были обнаружены при использовании приборов поиска или вскрытых шурфами. Для повышения точности при поиске подземных коммуникаций используют: искатели подземных коммуникаций, высокочувствительные трассоискатели, колодезискатели. В этом случае точность поиска составляет 10-30 см.

Параллельно с полевым журналом на каждой станции ведется абрис. Абрисы оформляют условными знаками (с пояснительными подписями), примерно выдерживая масштаб съемки, на отдельных для каждой станции листах, ориентированных по ходу, на которых указывалось направление ориентирования лимба. В абрисы зарисовывают все пикетные точки, при этом показаны структурные линии рельефа. Каждый полученный в результате тахеометрической съемки планшет до его вычерчивания тщательно корректируют и проверяют в поле путем сличения рельефа и ситуации, изображенной на планшете, с местностью. Полученные топографические планы могут быть использованы для дальнейшего проектирования.

Данные полученные при съемке местности передают в камеральный отдел в виде текстового файла с содержанием: номера точки, пикета, имени станции, имени точки, пикета, значения горизонтального угла, значения вертикального угла, значения горизонтального проложения, значения расстояния, значения превышения.

Полученные данные можно обработать в программе Credo DAT.

Программа Credo DAT применяется для автоматизации камеральной обработки инженерно-геодезических данных при создании опорных геодезических сетей, инженерных изысканиях, разведке и добыче полезных ископаемых, геодезическом обеспечении строительства и землеустройстве.

Исходными данными для работы в программе могут являться:

- 1) файлы электронных регистраторов (тахеометров) и GPS/ГЛОНАСС систем;
- 2) рукописные журналы измерения углов, линий и превышений;
- 3) координаты и высоты исходных точек;
- 4) рабочие схемы сетей и расчетов;
- 5) растровые файлы картографических материалов.

Так же в программе Credo DAT возможно выполнять проектирование опорных геодезических

сетей, выбор оптимальной схемы сети, необходимых и достаточных измерений, подбор точности измерений. Если необходимо, программа позволяет создавать настройки выходных документов под стандарты предприятия пользователя, национальные стандарты и языки с использованием Генератора отчетов. Доступна функция оформления в Компоненте чертежей и печати графических документов и планшетов. С помощью программы можно выполнять расчет и печать ведомостей обратных геодезических задач в различных видах. Программа позволяет выполнять экспорт данных в системы MapInfo, ArcView, в открытый обменный формат, в настраиваемые пользователем форматы, в формат DXF.

Во время осмотра коммуникаций нужно учитывать такие характеристики, как глубина заложения, напряжение, количество проводов, номера опор, назначение сооружений, материал опор, диаметр, материал и количество трубопроводов. Результаты работ, поиска подземных коммуникаций, обследования надземных сооружений заносить в журналы и абрисы.

Литература:

1. Инструкция по топографической съемке, 1983.
2. Гкипп 02-033-82 – Инструкция по топографической съемке в масштабах 1:5000, 1:2000, 1:1000 и 1:500.
3. ГКИНП (ОНТА)-02-262-02 Инструкция по развитию съемочного обоснования и съемке ситуации и рельефа с применением глобальных спутниковых навигационных систем ГЛОНАСС и GPS.pdf
4. ГКИНП 02-262-02 - Инструкция по развитию съемочного обоснования и съемке ситуации и рельефа с применением глобальных навигационных спутниковых систем ГЛОНАСС и GPS.
5. Приказ Роскартографии от 18.01.2002 N 3-пр об утверждении и введении в действие инструкции по развитию съемочного обоснования.

## **ИНЖЕНЕРНО-ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ ИЗЫСКАНИЯ, ВЫПОЛНЕННЫЕ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И СТРОИТЕЛЬСТВА АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГИ**

*А.Г. Мадиев, Л.А. Пронина*

Омский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина, г. Омск

E-mail: Ag.madiev1538@omgau.org

В статье рассмотрены методы создания съемочного обоснования непосредственно на объекте производства работ «Автомобильная дорога К-1», находящаяся в омской области. Работы, описанные в статье, выполнены в летний период 2018 года. При выполнении работ на объекте использовали следующие приборы приемники GRX2 и GRX2, электронный тахеометр TRIMBLE 3305 DR X-Tretme.

*Ключевые слова:* инженерно-геодезические изыскания, автомобильная дорога, Trimble, спутниковые наблюдения

На участке работ выполнено сгущение опорной геодезической сети путем создания геодезических

базисов. Базисы: Т1–Т2, Т3–Т4. Точки съемочной геодезической сети (геодезического базиса) закреплены металлическими штырями с табличкой, пнями свежерубленного дерева и замаркированы краской. Измерения для определения координат и высот базисных точек выполнялись 2-х частотными приемниками GRX2 и GRX2 методом спутникового позиционирования в режиме статики относительно исходных пунктов спутниковой геодезической сети.

При выполнении спутниковых измерений число наблюдаемых спутников от 8 и более с продолжительностью наблюдений не менее 1 часа, с интервалом регистрации 3", маска отсечения 15°. Все спутниковые измерения выполнены при допустимом геометрическом факторе (GDOP<7). Работы выполнены в соответствии с ГКИНП (ОНТА)-02-262-02 «Инструкция по развитию съемочного обоснования и съемке ситуации и рельефа с применением глобальных навигационных спутниковых систем ГЛОНАСС и GPS».

Обработка результатов измерений производилась по программе «Topcon Tools v.7.5». Точность исходных пунктов соответствует точности полигонометрии 2 разряда и нивелирования IV класса.

Плановое съемочное обоснование создано проложением теодолитных ходов. При проложении теодолитных ходов за исходные точки взяты точки базисов, координаты и высоты которых определены GPS.

Длины ходов при измерении электронными тахеометрами не превышают:

М 1:2000- 5,1 км;

М 1:500 – 1,17 км.

Угловые и линейные измерения в теодолитных ходах выполнены электронным тахеометром TRIMBLE 3305 DR X-Tretme. Точки теодолитных ходов закреплены временными знаками (металлическими штырями, деревянными кольями). Измерение углов выполняется одним приемом. Длины линий производятся двумя приемами в одном направлении.

Уравнивание теодолитных ходов выполнено по программе «Gredo»DAT 3.0 на ПК.

Также на объекте производства работ была выполнена топографическая съемка. Топографическая съемка – это комплекс геодезических работ, выполняемых на местности для составления топографических карт и планов. Различают съемки для топографических планов крупных масштабов (1:500, 1:1000, 1:2000, 1:5000) и мелких (1:10000, 1:25000). При инженерных изысканиях выполняют в основном съемки крупных масштабов.

На объекте топографическая съемка выполнена тахеометрическим методом с точек съемочного обоснования электронными тахеометрами. Согласно заданию заказчика к топографической съемке были предъявлены требования:

Общий топографический план изысканий (линейная часть) для проектирования трасс автодороги



выполнить в масштабе 1:2000 с сечением рельефа 0,5 м шириной не менее 25 м от осей трасс в каждую сторону или, при наличии коридора, по 25 м от крайних коммуникаций.

Съемку подземных сооружений выполнить одновременно с топографической съемкой. Выполняется съемка существующих подземных и наземных коммуникаций. С помощью трассоискателя типа «Mctrotcch», проводится отыскивание существующих подземных коммуникаций. Полнота нанесения подземных коммуникаций согласовывается с их владельцами. На каждой станции отклонение ориентирования лимба от первоначального ориентирования не должно превышать 1,5'.

Подводя итог, можно сказать, что топографическая съемка на данном объекте была выполнена в крупных масштабах тахеометрическим методом и включала в себя съемку подземных коммуникаций, а также привязку инженерно-геологических выработок.

Литература:

1. СП 78.13330.2012 Автомобильные дороги. Актуализированная редакция СНиП 3.06.03-85 (с Изменением N 1).

#### ENGINEERING AND GEODETIC SURVEYS PERFORMED FOR THE DESIGN AND CONSTRUCTION OF THE ROAD

A.G. Madiev, L.A. Pronina

Omsk state agrarian University. P.A. Stolypin, Omsk

This article describes the methods for creating survey ground directly at the object of works "road-1", located in the Omsk region. The works described in the article were performed in the summer of 2018. When performing work on the site used the following devices receivers GRX2 and GRX2, electronic total station TRIMBLE 3305 DR X-Tretme.

*Keywords:* engineering-geodetic surveys, road, Trimble, satellite observations

#### АНАЛИЗ КОМПЛЕКСА РАБОТ, ВЫПОЛНЕННЫХ ПРИ МЕЖЕВАНИИ ЗЕМЕЛЬ

Л.А. Пронина, А.Г. Мадиев

Омский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина, г. Омск

E-mail: La.pronina@omgau.org

В статье рассматривается анализ выполненных комплексных работ, выполненных при межевании земель.

*Ключевые слова:* межевание, геодезические работы при межевании, контроль проведения межевания

Контроль за проведением межевания объектов землеустройства проводится с целью установления его соответствия техническим условиям и требованиям [1]. При проведении межевания объектами его контроля являются результаты, выполненных поле-

вых и камеральных работ. В ходе выполнения межевания формируется землеустроительное дело, в приложения которого входят акты контроля. При проведении контроля личному осмотру, контролирующего органа, подлежат межевые знаки, а также выполнение контрольных измерений. При проведении контроля камеральных работах выборочно выполняют вычислительную обработку результатов контрольных измерений и проверяют материалы межевания объектов землеустройства на полноту, достоверность и точность отображения объектов землеустройства, и качество оформления материалов межевания.

Одним из вариантов технического контроля геодезических работ, может быть, сравнения горизонтального проложения линии между установленными на местности межевыми знаками с её горизонтальным проложением, вычисленным по значениям плоских прямоугольных координат этих же межевых знаков, выписанным из соответствующего каталога. Также контроль, может быть, осуществлен выборочно независимым повторным определением положения установленных на местности межевых знаков геодезическими методами с пунктов ОМС или проложением контрольных полигонометрических ходов. Точность планового положения межевых знаков определяется их средними квадратическими погрешностями по оси абсцисс и ординат [2]. Так как земельный участок, межевание которого описывается в данной статье, относится к землям поселений (поселки, сельские населенные пункты); то инструкцией определено, что средняя квадратическая погрешность положения межевого знака относительно ближайшего пункта исходной основы не должна превышать 0,20 м. Предельная погрешность положения межевого знака следует принимать равной 0,40 м Согласно инструкции по межеванию объектов землеустройства [3], площадь  $P_{выч}$  объекта землеустройства вычисляется по координатам поворотных точек границ земельного участка и вычисляется по формуле:

$$P_{выч} = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n y_i (x_{i-1} + x_{i+1}) = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n x_i (y_{i+1} + y_{i-1}) \quad (1)$$

Данную площадь  $P_{выч}$  сравнивают с площадью, указанной в паспорте объекта, либо другом документе, имеющим законную силу, в котором указана площадь данного объекта, для этого вычисляют их разность и сравнивают с допустимым значением, вычисленным по формуле

$$\Delta P_{доп} = 3,5 M_t \sqrt{P_{доп}} \quad (2)$$

где  $M_t$  – средняя квадратическая ошибка положения межевого знака относительно ближайшего пункта исходной основы.

Если получившаяся разность превышает допустимую, исполнителю необходимо провести контрольные измерения, при неудовлетворительном исходе которого приводится заключение в письменной форме.

Если  $\Delta P > \Delta P_{\text{доп}}$  за окончательное значение площади принимается вычисленная площадь с указанием  $\Delta P_{\text{доп}}$  [3].

Литература:

1. Методические рекомендации по приведению межевания объектов землеустройства. Москва, 2003. 38 с.
2. Требования к оформлению документов о межевании, предоставляемых для постановки земельных участков на государственный кадастровый учёт. Приказ №327 Росземкадастра от 02.10.2002 г.
3. Инструкция по межеванию земель. Новосибирск: Советская Сибирь, 2006. 86 с.

## AN ANALYSIS OF THE COMPLEX WORK PERFORMED AT LAND SURVEYING

L.A. Pronina, A.G. Madiev

Omsk state agrarian University named after P.A. Stolypin

The article deals with the analysis of complex works performed during land surveying.

*Keywords:* land surveying, geodetic work in land surveying, monitoring surveying

## ГЕОДЕЗИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ КРЕНА ДЫМОВОЙ ТРУБЫ

Е.Н. Купреева, А.Г. Мадиев

Омский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина, г. Омск

E-mail авторов: En.kupreeva@omgau.org

Одной из задач инженерно-геодезических работ является наблюдение за деформациями зданий и сооружений. Данные наблюдения называются геодезическим мониторингом и включают в себя такую разновидность, как мониторинг крена дымовой трубы.

*Ключевые слова:* геодезический мониторинг, крен, нивелирование, электронный тахеометр

Геодезический мониторинг крена дымовой трубы, включал в себя проведение нивелирование I класса по глубинным реперам, Нивелирование II класса по осадочным маркам и Наблюдения наклонов различных сечений сооружения [1]. Данная статья основывается на наблюдениях, производимых в Омской области, в феврале 2019 г. Работы выполнены приборами, прошедшими метрологическое освидетельствование в ФГУП «Омский ЦСМ». В целях преемственности измерений за исходный репер был принят репер, использованный в предыдущих наблюдениях. Отметки остальных реперов подтверждены проложенным ходом I класса. Измерения выполнены цифровым нивелиром SOKKIA SDL50 с использованием инварных штрих-кодовых реек. Расхождения значений превышений, полученных из измерений при двух горизонтах инструмента, не превышают  $\pm 0,3$  мм. Уравнивание хода нивелирования I класса выполнено строгим способом по программе «CREDO. DAT». В ходе прокладки

нивелирного хода I класса получились следующие невязки: в ходе №1 0,2 мм, в ходе №2 -0,2 мм.

Допустимые невязки определены по формуле (1):

$$f_{\text{доп}} = \pm 0,3 \text{ мм} \sqrt{n}, \quad (1),$$

где,  $n$  – число штативов. И составляют для первого хода  $\pm 0,7$  мм, для второго  $\pm 0,8$  мм.

По выполненным измерениям можно сделать вывод, что реперы являются устойчивыми, так как удовлетворяют критерию неподвижности (2):

$k \leq 2m_{\text{ст}} \sqrt{2} n$ , (2), где  $n$  – число штативов в ходе,

$m_{\text{ст}}$  – средняя квадратическая погрешность определения превышения на станции, принимаемая как 0,15 мм.

Нивелирование осадочных марок выполнено по программе нивелирования II класса. Измерения выполнены нивелиром SOKKIA SDL50 с использованием инварных штрих-кодовых реек.

Измерение крена выполнено способом координат. Для выполнения измерений была создана сеть планового съемочного обоснования, в виде треугольника со всеми измеренными углами и сторонами. Точки на местности закреплены металлическими штырями длиной 0,4 м, диаметром 0,01 м. Координаты точек 4 и 5 определены GPS-приемниками методом быстрой статики относительно пункта спутниковой городской геодезической сети.

Для определения координат точки 6 был проложен теодолитный ход повышенной точности. Угловые и линейные измерения выполнены электронным тахеометром в прямом и обратном направлениях. Допустимые невязки определены по формуле:

$$f_{\text{доп}} = \pm 1' \sqrt{n}, \quad (3), \text{ где } n \text{ – число углов в ходе.}$$

На каждом пункте съемочного обоснования способом круговых приемов выполнены круговые измерения на правую и левую образующие ствола трубы у основания и верха дымовой трубы.

Литература:

1. СТО НОСТРОЙ 2.1.198-2016. Геодезический мониторинг зданий и сооружений в период строительства и эксплуатации. Москва, 2018.

## GEODETIC MONITORING OF THE ROLL OF THE CHIMNEY

E.N. Kupreeva, A. G. Madiev

Omsk state agrarian University named after P.A. Stolypin, Omsk

One of the tasks of engineering and geodetic works is to monitor the deformation of buildings and structures. These observations are called geodetic monitoring and include such a variety as monitoring the roll of the chimney.

*Keywords:* geodetic monitoring, roll, leveling, electronic total station

## **ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ РАБОТЫ, ВЫПОЛНЕННЫЕ ДЛЯ КОНТРОЛЯ КАПИТАЛЬНОГО РЕМОНТА АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГИ**

*А.Г. Мадиев, Л.А. Пронина*

Омский государственный аграрный университет  
им. П.А. Столыпина, г. Омск

E-mail: Ag.madiev1538@omgau.org

В статье рассматриваются геодезические работы, выполненные для контроля капитального ремонта автомобильной дороги, выполненные в осенний период 2018 г.

*Ключевые слова:* геодезический контроль, капитальный ремонт, автомобильная дорога

Геодезический контроль по сдаваемым в эксплуатацию участкам автодорог осуществляется по объектам строительства, реконструкции и капитального ремонта, в составе проектно-сметной документации (ПСД) которых имеется разбивочный чертеж плана трассы и продольный профиль, разбивочные чертежи элементов автомобильной дороги (мостовые сооружения, водопропускные трубы и др.) с заданными вертикальными отметками.

Геодезический контроль производится после завершения работ на объекте и предоставления подрядной организацией исполнительной съемки объекта куратору. Цель осуществления геодезического контроля заключается в выборочной проверке достоверности исполнительной съемки и установления степени соответствия планово-высотного положения элементов объекта требованиям ПСД.

Результаты геодезического контроля оформляются в виде Акта геодезического контроля сдаваемого в эксплуатацию объекта, который затем передается в отдел УАДиС для определения итоговой оценки качества выполненных работ и определения величины снижения стоимости объекта.

На объекте производства работ геодезический контроль проводится в виде исполнительной съемки нивелиром SETL DSZ3. Каждый отсчет берется с интервалом в 10 метров дорожного полотна для улучшения качества проверки уложенного слоя асфальтового покрытия. Отсчеты берутся по краям автомобильной дороги, а также по ее оси. Ось всегда должна быть выше, чем края дороги. Уклон делается для отвода дождевых вод с дорожного полотна. Так же, в процессе проведения геодезического контроля измеряется ширина дороги.

Исполнительная геодезическая документация представляет собой исполнительные геодезические схемы по элементам, конструкциям, частям зданий и сооружений, исполнительные чертежи и продольные профили участков сетей инженерно-технического обеспечения, исполнительные чертежи сетей инженерно-технического обеспечения внутри здания (сооружения). В качестве основы для исполнительных схем и исполнительных чертежей исполь-

зуются рабочие чертежи. При соответствии действительных размеров, отметок, сечений (диаметров), привязок и других геометрических параметров проектным (с установленными предельными отклонениями) на исполнительных чертежах делается запись: «отклонений от проекта по геометрическим параметрам нет».

В исполнительной геодезической документации должно быть указано наименование объекта капитального строительства его адрес, наименование застройщика (заказчика), наименование лица, осуществляющего строительство, наименование лица, осуществляющего подготовку проектной документации, наименование лица, осуществляющего подготовку исполнительной геодезической документации.

Литература:

1. СП 78.13330.2012 Автомобильные дороги. Актуализированная редакция СНиП 3.06.03-85 (с Изменением N 1)

## **GEODETIC WORKS PERFORMED TO CONTROL THE OVERHAUL OF THE ROAD**

*A.G. Madiev, L.A. Pronina*

Omsk state agrarian University. P.A. Stolypin, Omsk

The article discusses the geodetic works performed to control the overhaul of the road, performed in the autumn of 2018.

*Keywords:* geodetic control, overhaul, road

## **ЗАРУБЕЖНЫЙ ОПЫТ ЗАКАЧКИ ГАЗА В ПРОДУКТИВНЫЕ ПЛАСТЫ**

*Т.А. Гаджиев*

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

E-mail автора: gadzievta@tyuiu.ru

В статье проведен обзор зарубежного опыта закачки газа в продуктивные пласты в процессе разработки нефтяных месторождений.

*Ключевые слова:* нефть, газ, продуктивный пласт, газовые методы воздействия

Технология разработки нефтяных месторождений, основанная на вытеснение нефти водогазовыми смесями, явилась результатом развития способов поддержания пластового давления путем закачки газообразных агентов, начало использования, которых относится к 1917 году. Дальнейшим развитием способов добычи путем закачки газа в пласт явились различные модификации смешивающего вытеснения, получивший название режима газа высокого давления. Предполагалось, что при этом способе вытеснения нефтеотдача будет достигать 90-95%. Однако в промысловых условиях газ, вследствие высокой подвижности в пласте, преждевременно прорывается к добывающим скважинам, поэтому возник вопрос о поиске мер, способных стабилизировать процесс. Опытным путем было установлено, что эффективным средством сниже-

ния подвижности газа является предварительное нагнетание воды, а также закачка воды в процессе подачи газа.

Рассматриваемый способ повышения нефтеотдачи применяется для разработки ряда крупных зарубежных месторождений – Блок-31, Фейеруэй, Келли-Снайдер (США), Гоулден-Спайк, Визард-Лейк, Энти-Крик (Канада), Хасси-Мессауд (Алжир), Интисар (Ливия), Экофиск (Норвежский сектор Северного моря) и др. [5, 7, 8, 10-12].

Наиболее широкое применение метод нашел в тех районах мира, где имеются свободные ресурсы углеводородного газа.

Газовые методы увеличения нефтеотдачи занимают первое место по количеству действующих проектов и по получению дополнительных объемов добычи. Однако более активную закачку углеводородных газов сдерживают относительно высокие цены на газ.

Это заставляет ученых и практиков осуществлять поиск более дешевого и доступного агента, наравне с углеводородами пригодного для повышения нефтеотдачи. С этой целью в промышленных масштабах для закачки в пласт используются углекислый газ (месторождение Келли-Снайдер и др.) и дымовой газ (месторождение Блок-31 и др.). Проводятся испытания по закачке в пласт также сероводородного газа.

В результате применения метода смешивающегося вытеснения нефти путем закачки  $\text{CO}_2$  в 2004 г. добыто до 10,3 млн.т. по сравнению с 9,4 млн.т. в 2002 г. Одновременно за этот период увеличилось число действующих проектов от 66 в 2002 г. до 70 в 2004 г. В целом закачка газа в пласт требует повышенных затрат как на обустройство нефтепромыслов, так и для закупки и транспортировки газа.

Применение данного метода в США развивается в двух направлениях. В промышленных масштабах закачка газа в пласт используется как вторичный способ разработки после работы залежи «на истощение». В масштабах промысловых экспериментов проводятся опыты третичной добычи нефти из предварительно заводненного пласта. В первом случае добыча нефти рентабельна и приносит прибыль, во втором затраты пока, как правило, превышают доходы.

Относительно широкое распространение метода закачки в пласт газа и растворителей и внимание, уделяемое ему за рубежом, объясняется преимуществами, которыми он обладает по сравнению с другими способами разработки, например, заводнением.

Данный метод позволяет достичь более высокой конечной нефтеотдачи, чем при заводнении. В особо благоприятных условиях, когда большая мощность пласта позволяет осуществить вертикальное перемещение контакта «нефть-газ», конечная нефтеотдача оценивается в 80-95%. В обычных условиях, когда перемещение фронта вытеснения

возможно лишь в горизонтальном направлении, расчетное превышение нефтеотдачи по сравнению с заводнением составляет в среднем 10-15%. Успешное осуществление большинства проектов позволяет утверждать, что это реальные цифры свидетельствующие об перспективности этого метода.

Увеличение нефтеотдачи обеспечивается за счет высокой эффективности вытеснения нефти газом, так как во всех случаях применения данного способа разработки выбираются такие давления нагнетания и такой компонентный состав газа, которые гарантируют вытеснение нефти в режиме «смешивающегося вытеснения» или в близком к нему режиме.

Закачка газа в пласт даст наибольший эффект в низкопроницаемые пласты, поскольку обеспечивает более высокие темпы добычи нефти, чем заводнение. Так, на месторождении Левеленд приемистость скважины по газу более чем в два раза превышает приемистость по воде. Практика показала, что данный метод применим на объектах с очень низкими коллекторскими свойствами. Например, на месторождении Чарльсон (США) с 1974 г. успешно осуществляется попеременное нагнетание в пласт газа и воды, хотя его проницаемость составляет всего лишь  $0,0001 \text{ мкм}^2$  (0,1 мД). Газ, закачиваемый в пласт, добывается и используется вторично для любых нужд, в том числе и для его обратной закачки в пласт. Коэффициент извлечения газа из залежи может быть достаточно большим, например, на месторождении Силигсон (США) было добыто 87% газа, закачанного в пласт.

Важным достоинством рассматриваемого метода является возможность его применения для добычи нефти из заводненного пласта. В США проводятся многочисленные промысловые эксперименты по закачке в обводненный пласт вначале обычно небольшой оторочки пропана (около 5% от объема пор), а затем газа или газа попеременно с водой. Результаты экспериментов показывают, что таким способом можно добыть в среднем 15-30 % нефти, оставшейся после заводнения, т.е. в целом повысить нефтеотдачу в среднем на 10-15%. В США третичный способ добычи из предварительно заводненного пласта пока не вышел за рамки промышленного опробования из-за нехватки газа и высоких цен на него. Промышленное апробирование и применение метода выявили также трудности, возникающие при разработке нефтяных пластов данным методом. В ряде случаев закачиваемый газ или растворитель имеют тенденцию распространяться по пласту неравномерно, «язычками», что снижает коэффициент охвата. Послойная неоднородность усугубляет этот процесс.

С целью уменьшения подвижности газа и повышения за счет этого текущего коэффициента охвата пласта агентом, на ряде зарубежных месторождений закачку газа осуществляют попеременно

с водой. При этом решается также задача снижения потребности в газе. Практически во всех случаях применения попеременной закачки газа и воды получен положительный эффект. Так, на месторождении Хасси-Мессауд были проведены промысловые испытания по закачке газа и воды в две скважины. Было отмечено, что время прорыва агента в ближайшие эксплуатационные скважины как минимум в 5 раз больше, чем это обычно наблюдается при закачке одного только газа. На основании этого сделан вывод об увеличении текущего коэффициента охвата за счет закачки газа с водой. Метод попеременной закачки в пласт газа и воды весьма эффективен для увеличения текущего коэффициента охвата в случае сильно неоднородных объектов, состоящих из пропластков с различной проницаемостью [1-4, 6, 9, 12-16].

Зарубежный промысловый опыт свидетельствует о том, что рассматриваемый метод воздействия на пласт обеспечивает повышение нефтеотдачи в весьма широком диапазоне физико - геологических свойств нефтяных залежей, но для эффективного его применения для каждой нефтяной залежи необходима конкретизация объемов и режимов закачки газа, подбор требуемого оборудования, разработки комплекса организационно технических мероприятий и соответствующих технологических приемов. Для решения этих вопросов необходимо проведение комплексных и системных исследований.

#### Литература:

1. Ваховов А.А., Коровин К.В. Опыт применения обработок призабойной зоны на месторождениях ХМАО-Югры // Научный форум. Сибирь. 2017. Т. 3, № 2. С. 18.
2. Ваховов А.А., Коровин К.В. Практические основы применения методов обработки призабойной зоны в терригенных коллекторах месторождений Западной Сибири // Научный форум. Сибирь. 2017. Т. 3, № 2. С. 19-20.
3. Грачев С.И., Севастьянов А.А., Коровин К.В., Зотова О.П., Зубарев Д.И. Перспективы добычи нефти из отложений баженовской свиты // Академический журнал Западной Сибири. 2018. Т. 14, № 6 (77). С. 84-86.
4. Дашдамиров М.З., Коровин К.В. Естественная и техногенная трещиноватость горных пород на месторождениях Западной Сибири // Научный форум. Сибирь. 2017. Т. 3, № 2. С. 21-22.
5. Жданов С.А. Опыт применения методов увеличения нефтеотдачи пластов в России // Нефтяное хозяйство. 2008. № 1.
6. Задорожный Е.С. Краткий обзор применения современных технологий воздействия на пласт // Научный форум. Сибирь. 2018. Т. 1, № 1. С. 24-26.
7. Закиров С.Н., Индрупский И.М. и др. Водогазовое воздействие на Новогоднем месторождении // Нефтяное хозяйство. 2006. № 12.
8. Кокорев В.И. Инновационный подход к разработке месторождений с трудноизвлекаемыми запасами нефти // Нефтяное хозяйство. 2009. № 8. С. 58-59.
9. Коровин В.А., Севастьянов А.А., Коровин К.В., Зотова О.П. Основы обустройства нефтяных и газовых месторождений. Тюмень: ТИУ, 2016. 46 с.
10. Мигунова С.В., Мухаметшин В.Г. Результаты моделирования технологии водогазового воздействия // Нефтяное хозяйство. 2008. № 8.
11. Сонич В.П. Проблемы и перспективы освоения Баженовской свиты // Нефтяное хозяйство. 2001. № 9. С. 63-65.
12. Степанова Г.С., Михайлов Д.Н. Обоснование технологии водогазового воздействия, основанной на эффекте пенообразования // Нефтяное хозяйство. 2008. № 3.
13. Шахвердиев А.Х., Панахов Г.М. и др. Интегративная эффективность воздействия на пласт при внутрислоистой генерации газа // Нефтяное хозяйство. 2006. № 11.
14. Шмачилин И.И. Аномальный разрез баженовской свиты // Научный форум. Сибирь. 2018. Т. 4, № 2. С. 31-32.
15. Шмачилин И.И. Типы коллекторов баженовской свиты // Научный форум. Сибирь. 2018. Т. 4, № 2. С. 26-27.
16. Sevastianov A.A., Korovin K.V., Zotova O.P., Zubarev D.I. Production prospects of hard-to-recover oil reserves on the territory of Khanty-Mansiysk Autonomous Okrug – Yugraa // Нефть и газ: опыт и инновации. 2017. Т. 1, № 1. С. 15-21.

## FOREIGN EXPERIENCE OF GAS INJECTION INTO PRODUCTIVE FORMATIONS

T.A. Hajiyev

Tyumen Industrial University, Tyumen, Russia

The article describes the foreign experience of gas injection into productive strata in the process of developing oil fields.

*Keywords:* oil, gas, reservoir, gas methods of influence

## ТЕХНОЛОГИИ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ МЕТОДОВ УВЕЛИЧЕНИЯ НЕФТЕОТДАЧИ

Р.Н. Дасаев

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

E-mail: dasaevrn@tyuiu.ru

В работе представлена характеристика и принципы воздействия на пласт с использованием физико-химических методов увеличения нефтеотдачи.

*Ключевые слова:* нефть, Западная Сибирь, методы повышения нефтеотдачи, физико-химические методы воздействия на пласт

На многих эксплуатационных объектах наблюдается опережающий рост обводненности продукции, обусловленный как геологическими характеристиками продуктивного пласта, так и технологическим режимом работы. С целью стабилизации роста обводнения продукции на месторождениях ХМАО-Югры широкое распространение получили потокоотклоняющие технологии и выравнивание профиля приемистости нагнетательных скважин, основанные на использовании осадкообразующих, гелеобразующих и эмульсионных составов.

Одна из первоочередных задач, которую решают данные методы, – изменение направления потоков нагнетаемого агента путем локализации системы каналов низкого фильтрационного сопротивления с целью вовлечения в процесс разработки не охваченных дренированием пропластков и зон. Достигнуть этой цели можно путем целенаправленного тампонирующего трещин специальными составами с последующим поддержанием давления нагнетания на уровне, исключающем образование новых трещин. Особенно важен контроль за данным процессом, когда на объекте подавляющее большинство скважин планируется эксплуатировать после ГРП.

При закачке химических реагентов потокоотклоняющего свойства, в соответствии с законами подземной гидродинамики, происходит их продви-

жение в наиболее проницаемые прослои перфорированного интервала. В условиях разработки пласта за счет искусственного заводнения (закачки воды) эти прослои одновременно являются и в наибольшей степени промытыми водой. Взаимодействие закачиваемого реагента с водой приводит к изменению гидродинамических характеристик последней и приводит к снижению ее подвижности. Соответственно, суммарный приток воды в скважину, обеспечиваемый главным образом за счет промытых прослоев, снижается без ущерба для притока нефти.

По физико-химическим принципам воздействия на пласт потокоотклоняющие можно разделить на следующие группы [1, 3, 6, 13-18].

Технологии на основе геле- и осадкообразующих композиций. К данной группе относятся технологии, основанные на использовании полиакриламида со сшивателем (закачка сшитых полимерных систем – СПС, поверхностно-активных полимерных систем – ПАПС, большеобъемных гелевых систем – БГС, ПГС «Темпоскрин»), технологии, основанные на применении биополимера, кремнийорганических соединений, водорастворимых полиэлектролитов (закачка полимера Гивпан, ВПК-402), термогелеобразующих композиций (закачка композиции Галка, Галка-У, Галка-ПАВ, реагент РВ-ЗП-1).

Технологии на основе полимер - дисперсных и волокнисто-дисперсных систем. К данной группе относятся технологии, основанные на использовании различных дисперсных наполнителей (бентонит, древесная мука, угольная пыль), стабилизированных полимерами - флокулянтами, поверхностно-активными веществами, эмульгаторами (закачка полимер-дисперсной системы – ПДС, волокнисто-дисперсной системы – ВДС, эмульсионно-полимердисперсного состава (ЭПДС)).

Технологии на основе микроэмульсионных систем. Данная группа технологий основана на использовании в качестве основных реагентов эмульгаторов (Нефтехим, Нефтенол-НЗ, Неонол, Синол ЭМ и др.) с добавками наполнителей – нефти, бентонитовой глины для регулирования свойств эмульсионных систем (закачка эмульсионных составов – ЭС, нефтеводных эмульсий – НВЭ, эмульсионно-суспензионных составов – ЭСС).

Закачка водных растворов ПАВ и их композиций. При закачке небольших объемов оторочек растворов ПАВ высокой (5-10%) концентрации в отдельные нагнетательные скважины механизм действия заключается в изоляции водопромытых интервалов за счет создания стойкой водонефтяной эмульсии и образования отдельной фазы (эффект высаливания ПАВ от теплового воздействия). Кроме того, образующаяся эмульсия и отдельная фаза обладают повышенным фильтрационным сопротивлением, что приводит к снижению скорости фильтрации флюидов в высокопроницае-

мых (водопромытых) интервалах и перераспределению фильтрационных потоков.

Критерии наибольшей эффективности по всем группам технологий следующие:

- вязкость пластовой нефти 3-125 спз (при менее 3 спз эффективность процесса может быть также высокой, особенно в сильно неоднородных коллекторах);

- проницаемость пласта 20-2300 мД (наиболее эффективно 200-1000 мД);

- в карбонатных породах эффективность ниже, чем в песчаниках вследствие высокой адсорбции полимера;

- при глубине залегания пластов менее 600 м может произойти ГРП что приведет к необоснованному расходу полимера;

- термостабильность полиакриламида 60-90<sup>0</sup>С, биополимера до 150<sup>0</sup>С;

- вода для приготовления раствора полимера должна быть пресной или слабоминерализованной (соли не более 10-20 г/л), для сохранения фактора остаточного сопротивления оторочку раствора полимера нужно вытеснять пресной водой;

- стадия разработки месторождения может быть любой, однако наибольший эффект можно получить при использовании МУН с начальной стадии разработки месторождения; на поздней стадии разработки при обводненности 90-95% высокая вероятность получения отрицательного эффекта;

- рекомендуемый объем оторочки реагента 7-33% от объема пор дренируемой части пласта; рекомендуемые системы разработки: площадные, однорядные, трехрядные, внутриконтурноезаводнение, кроме законтурной закачки.

Дополнительно к выше перечисленному, давление для нагнетания полимерных растворов всегда требуется значительно более высокое, чем при обычном заводнении, чтобы обеспечить необходимые или аналогичные темпы разработки, вследствие увеличения вязкости вытесняющего агента и возникновения дополнительного сопротивления пористой среды, а также вследствие проявления кажущейся вязкости раствора, аналогичного (по эффекту) снижению фазовой проницаемости для воды. По этой причине полимерноезаводнение может оказаться технически неосуществимым в слабопроницаемых пластах [2, 4, 5, 11, 12, 19, 20].

#### Литература:

1. Алтунина Л.К., Кувшинов В.А. Гелеобразующие и нефтьвытесняющие композиции для увеличения нефтеотдачи залежей высоковязких нефтей // Материалы VI Всероссийской научно-практической конференции «Нефтепромысловая химия» – 2011, посвященной 20-летию ЗАО «Химекко - ГАНГ». Москва. 2011. С. 34-37.
2. Алтунина Л.К., Кувшинов В.А. Регулирование кинетических и реологических характеристик гелеобразующих систем для увеличения нефтеотдачи // Химия нефти и газа. Материалы IV международной конференции. Томск: «СТТ». 2000. Т. 1. С. 469-473.
3. Алтунина Л.К., Кувшинов В.А., Стасьева Л.А. Исследование систем с нижней критической температурой растворения.

Реокинетика гелеобразования в системе метилцеллюлоза – вода // Теоретические и практические основы физико-химического регулирования свойств нефтяных дисперсных систем / Сб. науч. тр. ИХН. Томск. 1997. С. 16-20.

4. Вахобов А.А., Коровин К.В. Опыт применения обработок призабойной зоны на месторождениях ХМАО-Югры // Научный форум. Сибирь. 2017. Т. 3, № 2. С. 18.
5. Вахобов А.А., Коровин К.В. Практические основы применения методов обработки призабойной зоны в терригенных коллекторах месторождений Западной Сибири // Научный форум. Сибирь. 2017. Т. 3, № 2. С. 19-20.
6. Газизов А.Ш., Газизов А.А. Повышение нефтеотдачи пластов ограничением движения вод химическими реагентами // Нефтяное хозяйство. 1992. № 1. С. 20-22.
7. Дашдамир М.З., Коровин К.В. Естественная и техногенная трещиноватость горных пород на месторождениях Западной Сибири // Научный форум. Сибирь. 2017. Т. 3, № 2. С. 21-22.
8. Житинский А.А. Обзор зарубежного опыта применения физико-химических технологий воздействия на пласт // Научный форум. Сибирь. 2018. Т. 1, № 1. С. 21-23.
9. Задорожний Е.С. Краткий обзор применения современных технологий воздействия на пласт // Научный форум. Сибирь. 2018. Т. 4, № 1. С. 24-26.
10. Коровин В.А., Севастьянов А.А., Коровин К.В., Зотова О.П. Основы обустройства нефтяных и газовых месторождений. Тюмень: ТИУ, 2016. 46 с.
11. Коровин К.В., Печерин Т.Н. Опыт и перспективы применения химических технологий повышения нефтеотдачи на территории Ханты-Мансийского автономного округа – Югры // Фундаментальные исследования. 2016. № 12-5. С. 993-997.
12. Коровин К.В., Севастьянов А.А., Зотова О.П., Зубарев Д.И. Строение отложений тюменской свиты ХМАО-Югры // Академический журнал Западной Сибири. 2017. Т. 13, № 1 (68). С. 33-34.
13. Манырин В.Н., Швецов И.А. Физико-химические методы увеличения нефтеотдачи при заводнении. Самара. Дом печати. 2002. 392 с.
14. Медведский Р.И., Севастьянов А.А., Коровин К.В. Прогнозирование выработки запасов из пластов с двойной средой // Вестник недропользователя Ханты-Мансийского автономного округа. 2005. № 15. С. 49.
15. Севастьянов А.А., Коровин К.В., Зотова О.П. Особенности геологического строения ачимовских отложений на территории ХМАО-Югры // Академический журнал Западной Сибири. 2016. Т. 12. № 1 (62). С. 23.
16. Севастьянов А.А., Коровин К.В., Зотова О.П. Разработка месторождений с трудноизвлекаемыми запасами нефти: учебное пособие. Тюмень: ТИУ, 2017. 89 с.
17. Севастьянов А.А., Коровин К.В., Карнаухов А.Н. Выявление особенностей механизма выработки запасов нефти по месторождениям Ханты-Мансийского автономного округа // Известия высших учебных заведений. Нефть и газ. 2007. № 3. С. 32-38.
18. Телин А.Г. Повышение эффективности воздействия на пласт сшитыми полимерными системами за счет оптимизации их фильтрационных и реологических параметров // Интервал. 2002. № 12. С. 8-49.
19. Тухбатуллина Д.Р. Обзор физико-химических технологий ограничения водопритока на месторождениях Западной Сибири // Научный форум. Сибирь. 2018. № 1. С. 35-39.
20. Sevastianov A.A., Korovin K.V., Zotova O.P., Zubarev D.I. Production prospects of hard-to-recover oil reserves on the territory of Khanty-Mansiysk Autonomous Okrug – Yugra // Нефть и газ: опыт и инновации. 2017. Т. 1, № 1. С. 15-21.

## TECHNOLOGIES OF PHYSICAL AND CHEMICAL METHODS OF ENHANCED OIL RECOVERY

R.N. Dasaev

Tyumen IU, Tyumen, Russia

This paper presents the characteristics and principles of impact on the reservoir using physico-chemical methods to increase oil recovery.

**Keywords:** oil, Western Siberia, methods of enhanced oil recovery, chemical methods of influence on the reservoir

## ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ РАЗРАБОТКИ ПЛАСТА АС<sub>11</sub> ЗАПАДНО-САЛЫМСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

В.Е. Голубев

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

E-mail: golubev@tyuiu.ru

В статье проведена оценка эффективности разработки пласта АС<sub>11</sub> Западно-Салымского месторождения. Установлено, что одной из причин снижения уровня объема накопленной добычи, начиная с 2011 года, является замедление процесса вовлечения в разработку запасов объекта.

**Ключевые слова:** нефть, Западная Сибирь, Западно-Салымское месторождение

Объект АС<sub>11</sub> введен в разработку в 2004 году и является основным эксплуатационным объектом Западно-Салымского месторождения. Объекты АС<sub>10</sub> и Ач<sub>4-5</sub> являются второстепенными, разрабатываются с 2010 и с 2007 года соответственно, их вклад в добычу нефти по месторождению не превышает 1%.

Проектный фонд по основному объекту реализован на 54,7%: на 1.01.2014 г. пробурено 556 из 1015 скважин. Неразбуренной на объекте АС<sub>11</sub> остается восточная часть залежи, а также краевые зоны, в т.ч. содержащие запасы категории С<sub>2</sub>, составляющие 2,3% от суммарных НИЗ объекта.

Отбор от НИЗ промышленных категорий на 1.01.2014 составил 45,1% при обводненности 76,9%. Темп отбора от НИЗ в 2013 г. составил 5,1%, максимального значения достигнув в 2011 г. (7,5%). Кратность запасов составляет 10,7 лет.

Снижение добычи нефти, начавшееся после 2011 года, сопровождается ростом отборов жидкости и годовых объемов закачки воды. В течение 2012-2013 гг добыча жидкости выросла на 35,9% (с 16619,1 до 22589,8 тыс. т), закачка воды – на 24,1% (с 18216 до 22621,2 тыс. т).

Указанный рост наблюдался на фоне относительно стабильного действующего фонда, как добывающего, так и нагнетательного. Основными факторами роста отборов стали увеличение среднего времени работы действующей добывающей скважины (в 2011 г. – 292,8 сут, в 2012 г – 345,5 сут, в 2013 г. – 364,8 сут) и увеличением дебитов по жидкости.

По дебиту нефти наблюдается тенденция снижения с 2009 г., т.е. в период роста годовой добычи. К 2013 г. снижение составило 61% (с 106,2 до 41,5 т/сут).

Незавершенность разбуривания обуславливает зависимость уровней добычи по месторождению от ввода новых скважин и его эффективности. Последняя, выражаемая входным дебитом по нефти, имеет тенденцию к снижению, схожую с динами-

кой дебитов по нефти в среднем на 1 действующую скважину [1-6].

Если в 2006-2010 гг скважины в среднем вводились с дебитами от 80 до 120 т/сут, то с 2011 года этот показатель снизился до 28-56 т/сут. Указанная тенденция свидетельствует об ухудшении структуры вовлекаемых запасов объекта по сравнению с ранее разбуренными участками.

Снижение эффективности эксплуатационного бурения привело к его замедлению. В 2006-2011 гг. вводилось от 50 до 84 новых скважин в год, в 2012 – 31 скважина, в 2013 – 22. С января по июль 2014 года введено 12 новых скважин. Сроки реализации проектного фонда, таким образом, увеличились с 6 лет по состоянию на 1.01.2012 до 2021 года по текущему состоянию.

Вследствие снижения объемов эксплуатационного бурения и его удельной эффективности, вклад новых скважин в текущие отборы нефти после 2011 года снизился до 187,6-246,2 тыс. т. Для сравнения, в 2006-2011 гг. за счет ввода новых скважин обеспечивалось порядка 1 млн. т нефти в год.

Таким образом, наблюдаемое снижение годовых отборов нефти связано с замедлением процесса вовлечения в разработку запасов объекта.

В рамках актуализации технико-экономических показателей разработки месторождения была выполнена оценка потенциально извлекаемых запасов. Оценка выполнена по методу характеристик вытеснения в связке с модифицированной методикой В.Ф. Базива [7, 8]. Использовались следующие характеристики, из числа рекомендованных РД 153-39.0-110-01 – С.Н. Назарова – Н.В. Сипачева, Г.С. Камбарова: Н.А. Черепихина – Г.Т. Мовмыги.

В соответствии с проведенной оценкой, при текущем состоянии разработки из пластов объекта АС<sub>11</sub> может быть извлечено 55 млн. т нефти, что соответствует 21,6% от начальных геологических и 54,1% от начальных извлекаемых запасов, стоящих на Госбалансе [9-17]. Соотношение потенциально извлекаемых запасов и НИЗ по Госбалансу сопоставимо со степенью реализации проектного фонда (55%), что указывает на необходимость дальнейшего эксплуатационного бурения. В то же время тенденция к ухудшению структуры запасов свидетельствует о возможной недостаточности реализации проектного фонда для обеспечения утвержденного уровня нефтеотдачи. Соответственно, реализация добычного потенциала объекта может обусловить необходимость применения инновационных технологий для улучшения выработки запасов.

Литература:

1. Грачев С.И., Зотова О.П., Зубарев Д.И., Коровин К.В., Севастьянов А.А. Вероятностно-статистическая оценка подсчетных параметров для нефтяных месторождений ХМАО-Югры // Академический журнал Западной Сибири. 2018. Т. 14, № 6. С. 87-88.

2. Грачев С.И., Коротенко В.А., Ягафаров А.К. Проблемы нестационарного заводнения с применением ПАВ // Бурение и нефть. 2011. № 2. С. 40-41.
3. Грачев С.И., Севастьянов А.А., Коровин К.В., Зотова О.П., Зубарев Д.И. Перспективы добычи нефти из отложений баженовской свиты // Академический журнал Западной Сибири. 2018. Т. 14, № 6. С. 84-86.
4. Грачев С.И., Стрекалов А.В., Рублев А.Б., Захаров И.В., Стрикун С.М. Обоснование технологии разработки многопластовых залежей // Известия высших учебных заведений. Нефть и газ. 2012. № 3. С. 44-49.
5. Грачев С.И., Хайруллин А.А., Хайруллин А.А., Аппроксимация относительных фазовых проницаемостей кубической параболой // Известия высших учебных заведений. Нефть и газ. 2012. № 2. С. 37-43.
6. Дронова И.А., Севастьянов А.А. Рекомендации по рациональной доразработке пачек XXIII\_1, XXIII\_2, XXIII\_3, XXIII\_4 XXIII ПЛАСТА Гойт-Кортковского нефтяного месторождения // Научный форум. Сибирь. 2015. Т. 1, № 1. С. 29-30.
7. Иванов А.С. Оценка запасов углеводородов Западной Сибири и перспективы повышения эффективности разработки месторождений // Научный форум. Сибирь. 2018. Т. 4, № 2. С. 13-14.
8. Коровин В.А., Севастьянов А.А., Коровин К.В., Зотова О.П. Основы обустройства нефтяных и газовых месторождений. Тюмень: ТИУ, 2016. 46 с.
9. Коровин К.В., Печерин Т.Н. Анализ результатов эксплуатации скважин из отложений баженовской свиты на территории ХМАО-Югры // Международный научно-исследовательский журнал. 2016. № 12-1. С. 91-94.
10. Коротенко В.А., Грачев С.И., Кушакова Н.П., Сабитов Р.Р. Физические модели вытеснения вязкопластичных нефтей // Нефтепромысловое дело. 2014. № 5. С. 5-10.
11. Медведский Р.И., Коровин К.В., Севастьянов А.А., Печерин Т.Н. Прогнозирование выработки запасов нефти из коллекторов с высокой фильтрационной неоднородностью // Пути реализации нефтегазового потенциала Ханты-Мансийского автономного округа: Мат. IX науч. конф. Ханты-Мансийск, изд-во «ИздатНаукаСервис», 2005. Т. 1. С. 390-400.
12. Севастьянов А.А., Коровин К.В., Зотова О.П. Разработка месторождений с трудноизвлекаемыми запасами нефти. Тюмень: Изд-во ТИУ, 2017. 92 с.
13. Севастьянов А.А., Коровин К.В., Зотова О.П. Особенности геологического строения ачимовских отложений на территории ХМАО-Югры // Академический журнал Западной Сибири. 2016. Т. 11, № 1. С. 6-9.
14. Севастьянов А.А., Коровин К.В., Зотова О.П. Оценка кондиционности запасов ачимовских отложений на территории ХМАО-Югры // Академический журнал Западной Сибири. 2016. Т. 11, № 1. С. 36-39.
15. Шмачилин И.И. Аномальный разрез баженовской свиты // Научный форум. Сибирь. 2018. Т. 4, № 2. С. 31-32.
16. Шмачилин И.И. Типы коллекторов баженовской свиты // Научный форум. Сибирь. 2018. Т. 4, № 2. С. 26-27.
17. Sevastianov A.A., Korovin K.V., Zotova O.P., Zubarev D.I. Production prospects of hard-to-recover oil reserves on the territory of Khanty-Mansiysk Autonomous Okrug – Yugra // Нефть и газ: опыт и инновации. 2017. Т. 1, № 1. С. 15-21.

## EVALUATING THE EFFECTIVENESS OF RESERVOIR DEVELOPMENT AS<sub>11</sub> WEST SALYM FIELD

V.E. Golubev

Tyumen Industrial University, Tyumen, Russia

This article assesses the effectiveness of the development of the reservoir AC<sub>11</sub>West-Salym field. It has been established that one of the reasons for the decline in the volume of cumulative production, starting in 2011, is the slowing down of the process of involving the object in the development of reserves.

*Keywords:* oil, Western Siberia, West Salym field



## **АНАЛИЗ ТЕКУЩЕГО СОСТОЯНИЯ РАЗРАБОТКИ ОБЪЕКТА БВ<sub>7</sub> НА ОДНОМ ИЗ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ**

*К.Д. Поручиков*

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

E-mail: poruchikovkd@tyuiu.ru

В статье проведен обзор текущего состояния разработки пласта объекта БВ<sub>7</sub> на одном из месторождений Западной Сибири. Отмечается, что для получения наибольшей эффективности необходимо проведение мероприятий, направленных на оптимизацию системы ППД, вовлечение недренируемых запасов нефти, доизвлечения остаточных запасов нефти.

*Ключевые слова:* остаточная нефть, пластовое давление Западная Сибирь

Разработка объекта БВ<sub>7</sub> ведется с 2000 г., на его долю приходится 94,6% геологических и 95,3% начальных извлекаемых запасов месторождения. На объект приходится 95,1% текущей и 92,4% накопленной добычи нефти месторождения. За 2011 г. добыча нефти из объекта составила 198,2 тыс. т, жидкости – 456,3 тыс. т при среднегодовой обводненности 56,6%. Закачено 506,1 тыс. м<sup>3</sup> воды, что обеспечило текущую компенсацию 110,7%.

С начала разработки отобрано 1016 тыс. т нефти и 2250 тыс. т жидкости, закачено 1937 тыс. м<sup>3</sup> воды. Накопленная компенсация отбора закачкой составила 80,2%, водонефтяной фактор – 1,2.

– действующий фонд добывающих скважин в 2011 г. составил 39 ед., что ниже проектной величины – 42 ед. на 7,1%;

– фактические дебиты нефти и жидкости в 2011 г. были выше ожидаемых по проекту. Средний дебит жидкости составил 35,9 т/сут, при проектном значении – 27,7 т/сут. Средний дебит нефти – 15,6 т/сут, при 9,6 т/сут по проекту;

– фактический уровень обводненности скважинной продукции в 2011 г. ниже проектного уровня (факт – 56,6 %, проект, 64,6 %).

По состоянию на 01.01.2012 на объекте числятся 72 скважины, из них 55 добывающих и 17 нагнетательных.

В целом по объекту средний дебит жидкости действующих скважин в 2011 г. составил 35,9 т/сут.

Наибольшее количество скважин работают с дебитом жидкости в интервале 20-50 т/сут (16 ед.). Дебит нефти скважин действующего фонда в среднем за год составил 15,6 т/сут. С дебитом нефти более 2,5 т/сут эксплуатируется 37 скважин, в том числе: 9 скважин с дебитом нефти 10-20 т/сут, и 9 скважин с дебитом нефти более 20 т/сут. У 2 скважин величина дебита нефти не превышает 1 т/сут.

С начала эксплуатации в добыче нефти из объекта БВ<sub>7</sub> участвовала 71 скважина. Накопленный

отбор нефти на 01.01.2012 составил 1016 тыс. т, жидкости – 2250 тыс. т. Средняя добыча нефти с начала разработки на 1 скважину – 14,3 тыс. т, жидкости – 31,7 тыс. т.

При текущей обводненности 56,6%, отбор от начальных извлекаемых запасов составил 6,1%, текущий коэффициент нефтеизвлечения – 0,019.

Остаточные извлекаемые запасы объекта составляют 15623 тыс. т. На одну добывающую скважину действующего фонда приходится 400,6 тыс. т неизвлеченных запасов нефти.

Общая площадь нефтегазоносности объекта БВ<sub>7</sub> – 266,1 км<sup>2</sup>, разработкой охвачено 13,4%.

Для более детального анализа выработки запасов объекта все скважины, принимавшие участие в его эксплуатации, были разделены на 2 участка. С применением объемного метода подсчета запасов, по этим участкам были рассчитаны запасы нефти.

Участок 1 находится в разработке с 2000 года. На его долю приходится 6,3% начальных геологических запасов нефти объекта БВ<sub>7</sub>, 11,4% текущей и 47,6% накопленной добычи нефти по объекту. В данный участок вошло 27 скважин, в том числе 21 добывающая и 6 нагнетательных. Накопленная добыча нефти на 01.01.2012 составила 484 тыс. т. Участок находится в разработке с 2000 года.

Нефтенасыщенная толщина пласта в среднем по участку составляет 6,1 м, начальная нефтенасыщенность 47%, коэффициент пористости – 0,175 д. ед.

За 2011 год скважинами участка добыто 22,5 тыс. т нефти и 53,5 тыс. т жидкости, закачено 209,8 тыс. м<sup>3</sup> рабочего агента.

По состоянию на 01.01.2012 в действующем фонде участка числится 17 скважин, в том числе 11 добывающих и 6 нагнетательных. Средний дебит нефти добывающих скважин участка за 2011 год составил 5,9 т/сут, жидкости – 14,1 т/сут, обводненность скважинной продукции – 57,9%. Динамика основных технологических показателей разработки по участку 1 приведена ниже. На участке организована трехрядная система заводнения с элементами очагового заводнения. Закачка воды в пласт производится с конца 2001 года. Фактическое соотношение добывающих и нагнетательных скважин равно 1,8:1. По данному участку был произведен расчет начальных извлекаемых запасов по характеристикам вытеснения. Величина НИЗ по действующему на 01.01.2012 фонду (776,4 тыс. т) была рассчитана как среднее значение величин, полученных по нескольким различным характеристикам вытеснения.

НИЗ нефти по участку получены суммированием НИЗ по действующему на 01.01.2012 фонду и накопленной добычи нефти по неработающему фонду.

Полученная в результате расчетов величина НИЗ участка 1, составила 976,6 тыс. т, при этом КИН составит 0,292 д. ед., что ниже утвержденного КИН (0,315 д. ед.) для объекта БВ<sub>7</sub> в целом.

Остаточные запасы нефти по участку на 01.01.2012 составляют 492,7 тыс. т или 44,8 тыс. т на одну действующую добывающую скважину. По уровню добычи нефти 2011 г., обеспеченность добычи нефти запасами – 21,9 лет.

Разбуривание участка 2 началось в 2007 г. На его долю приходится 8,2% начальных геологических запасов нефти объекта БВ7, 35,9% текущей и 33,2% накопленной добычи нефти по объекту. Закачка организована в 2008 г. Общий фонд скважин на участке – 18 ед., в т.ч. 14 добывающих и 4 нагнетательных.

Нефтенасыщенная толщина пласта в среднем по участку составляет 9,4 м, начальная нефтенасыщенность 51 %, коэффициент пористости – 0,174 д. ед.

На 1.01.2012 накопленная закачка воды по участку составила 536 тыс. м<sup>3</sup>, текущая компенсация составила 87,9%, накопленная 63,1%. На 1.01.2012 пластовое давление в зоне отбора снизилось до 17,6 МПа, что свидетельствует о недостаточной компенсации отборов.

За 2011 год по участку добыто 71,1 тыс. т нефти и 155,0 тыс. т жидкости, закачено 163,9 тыс. м<sup>3</sup> рабочего агента. Накопленная добыча нефти на 01.01.2012 по участку составила 337 тыс. т.

По состоянию на 01.01.2012 в действующем фонде участка числится 15 скважин, в том числе 12 добывающих и 3 нагнетательных. Средний дебит нефти добывающих скважин участка за 2011 год составил 17,1 т/сут, жидкости – 37,2 т/сут, обводненность скважинной продукции составила 54,2%. Средняя приемистость нагнетательных скважин по участку за 2011 год составила 163,2 м<sup>3</sup>/сут.

По данному участку был произведен расчет начальных извлекаемых запасов по характеристикам вытеснения. Величина НИЗ по действующему на 01.01.2012 фонду (1288,8 тыс.) была рассчитана как среднее значение величин, полученных по различным характеристикам вытеснения.

НИЗ нефти по участку получены суммированием НИЗ по действующему на 01.01.2012 фонду и накопленной добычи нефти по неработающему фонду. Полученная в результате расчетов величина НИЗ участка 2, составила 1322,0 тыс. т, при этом КИН составит 0,304 д. ед., что ниже утвержденного КИН (0,315 д. ед.) для объекта БВ<sub>7</sub> в целом. Остаточные запасы нефти по участку на 01.01.2012 составляют 985 тыс. т или 70,4 тыс. т на одну действующую добывающую скважину. По уровню добычи нефти 2011 г., обеспеченность добычи нефти запасами – 13,9 лет.

Анализ текущего состояния разработки отдельных участков позволяет сделать выводы о необходимости проведения мероприятий, направленных на оптимизацию системы поддержания пластового давления [1-6], вовлечения недренируемых запасов нефти [7-16], доизвлечения остаточных запасов, таких как: регулирование объемов закачки, организация нестационарного заводнения, ФХМУН

(потокоотклоняющие технологии), повторный ГРП на низкопродуктивных добывающих скважинах.

Литература:

1. Грачев С.И., Зотова О.П., Зубарев Д.И., Коровин К.В., Севастьянов А.А. Вероятностно-статистическая оценка подсчетных параметров для нефтяных месторождений ХМАО-Югры // Академический журнал Западной Сибири. 2018. Т. 14. № 6 (77). С. 87-88.
2. Грачев С.И., Коротенко В.А., Ягафаров А.К. Проблемы нестационарного заводнения с применением ПАВ // Бурение и нефть. 2011. № 2. С. 40-41.
3. Грачев С.И., Севастьянов А.А., Коровин К.В., Зотова О.П., Зубарев Д.И. Перспективы добычи нефти из отложений баженовской свиты // Академический журнал Западной Сибири. 2018. Т. 14. № 6 (77). С. 84-86.
4. Грачев С.И., Стрекалов А.В., Рублев А.Б., Захаров И.В., Стрикун С.М. Обоснование технологии разработки многопластовых залежей // Известия высших учебных заведений. Нефть и газ. 2012. № 3. С. 44-49.
5. Грачев С.И., Хайруллин А.А., Хайруллин А.А. Аппроксимация относительных фазовых проницаемостей кубической параболой // Известия высших учебных заведений. Нефть и газ. 2012. № 2. С. 37-43.
6. Дронова И.А., Севастьянов А.А. Рекомендации по рациональной доработке пачек ХХIII\_1, ХХIII\_2, ХХIII\_3, ХХIII\_4 ХХIII ПЛАСТА Гойт-Кортковского нефтяного месторождения // Научный форум. Сибирь. 2015. Т. 1, № 1. С. 29-30.
7. Иванов А.С. Оценка запасов углеводородов Западной Сибири и перспективы повышения эффективности разработки месторождений // Научный форум. Сибирь. 2018. Т. 4, № 2. С. 13-14.
8. Коровин В.А., Севастьянов А.А., Коровин К.В., Зотова О.П. Основы обустройства нефтяных и газовых месторождений. Тюмень: ТИУ, 2016. 46 с.
9. Коровин К.В., Печерин Т.Н. Анализ результатов эксплуатации скважин из отложений баженовской свиты на территории ХМАО-Югры // Международный научно-исследовательский журнал. 2016. № 12-1 (54). С. 91-94.
10. Медведский Р.И., Коровин К.В., Севастьянов А.А., Печерин Т.Н. Прогнозирование выработки запасов нефти из коллекторов с высокой фильтрационной неоднородностью // Пути реализации нефтегазового потенциала Ханты-Мансийского автономного округа: Мат. IX науч. конф. Ханты-Мансийск, изд-во «ИздатНаукаСервис», 2005. Т. 1. С. 390-400.
11. Севастьянов А.А., Коровин К.В., Зотова О.П. Разработка месторождений с трудноизвлекаемыми запасами нефти. Тюмень: Изд-во ТИУ, 2017. 92 с.
12. Севастьянов А.А., Коровин К.В., Зотова О.П. Особенности геологического строения ачимовских отложений на территории ХМАО-Югры // Академический журнал Западной Сибири. 2016. Т. 11, № 1. С. 6-9.
13. Севастьянов А.А., Коровин К.В., Зотова О.П. Оценка кондиционности запасов ачимовских отложений на территории ХМАО-Югры // Академический журнал Западной Сибири. 2016. Т. 11, № 1. С. 36-39.
14. Шмачилин И.И. Аномальный разрез баженовской свиты // Научный форум. Сибирь. 2018. Т. 4, № 2. С. 31-32.
15. Шмачилин И.И. Типы коллекторов баженовской свиты // Научный форум. Сибирь. 2018. Т. 4, № 2. С. 26-27.
16. Sevastianov A.A., Korovin K.V., Zotova O.P., Zubarev D.I. Production prospects of hard-to-recover oil reserves on the territory of Khanty-Mansiysk Autonomous Okrug – Yugra // Нефть и газ: опыт и инновации. 2017. Т. 1, № 1. С. 15-21.

## ANALYSIS OF THE CURRENT STATE OF DEVELOPMENT OF THE BV7 FACILITY AT ONE OF THE FIELDS IN WESTERN SIBERIA

*K.D. Poruchikov*

Tyumen Industrial University, Tyumen, Russia

This article provides an overview of the current state of the development of the reservoir at the BV7 facility at one of the fields in Western Siberia. It is noted that to obtain the greatest efficiency, it is necessary to carry out activities aimed at optimizing the RPM system, involving non-drained oil reserves, and extracting residual oil reserves.

*Keywords:* residual oil, reservoir pressure Western Siberia

## ОСОБЕННОСТИ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ СОЛКИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

А.В. Волков

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

E-mail: volkovav@tyuiu.ru

В работе проведен обзор особенностей геологического строения Солкинского месторождения, расположенного на территории Ханты-Мансийского автономного округа – Югры.

*Ключевые слова:* Солкинское месторождение, нефть, ачимовские отложения, Западная Сибирь

Геологический разрез Солкинского месторождения представлен образованиями двух структурных элементов: мезозойско-кайнозойского платформенного чехла и палеозойского фундамента.

*Доюрские отложения* вскрыты в левобережной части месторождения скважиной №61Р на толщину 28 м и представлены темно-зелеными серпентинитами, трещиноватыми с многочисленными зеркалами скольжения. Возраст принимается условно – нижнепалеозойский. Породы осадочного чехла представляют собой ритмы чередования песчано-глинистых отложений юрской, меловой, палеогеновой и четвертичной систем.

В тектоническом отношении Солкинское месторождение представлено Солкинским и Любовским куполовидными поднятиями. Солкинское поднятие – структура III порядка расположена в юго-восточной части структуры II порядка Пимского вала Сургутского свода, Любовское поднятие выявлено северо-восточнее Солкинского поднятия [1-8].

Нефтеносность Солкинского месторождения установлена в отложениях нижнего мела сангопайской свиты – пласт АС<sub>8</sub>, усть-балыкской свиты – пласт ВС<sub>1</sub>, сортымской свиты – пласты ачимовской толщи Ач<sub>4</sub> и Ач<sub>5</sub>. Средняя глубина залегания залежей пласта АС<sub>8</sub> составляет 1931 м, пласта ВС<sub>1</sub> – 2090 м, пласта Ач<sub>4</sub> – 2600 м, пласта Ач<sub>5</sub> – 2620 м. Выявленные залежи в пластах нефтяные. Залежи пластов АС<sub>8</sub> и ВС<sub>1</sub> в южной части Солкинского месторождения прослеживаются на соседней Усть-Балыкской площади без разрыва поля нефтеносности [11-13].

В плане залежь пласта ВС<sub>1</sub> перекрывается залежью пласта АС<sub>8</sub> на Солкинской площади, залежи пластов Ач<sub>4</sub> и Ач<sub>5</sub> совпадают в плане и перекрываются залежью пласта ВС<sub>1</sub> на Любовской площади.

Залежь нефти пласта АС<sub>8</sub> по типу пластовая, сводовая, приурочена к Солкинскому поднятию. Водонефтяная зона занимает 97,3% площади залежи. Размеры залежи 12,5х8,4 км, высота 44 м. ВНК изменяется в интервале абсолютных отметок от – 1906 м до – 1918 м с наклоном в северо-западном направлении. Эффективная нефтенасыщенная толщина изменяется от 3,5 до 25,4 м, коэффициент

песчаности – от 0,15 до 0,81, расчлененность – от 3 до 13.

Залежь нефти пласта ВС<sub>1</sub> распространена на Солкинской и Любовской площадях, по типу пластовая, сводовая. Размеры залежи 18,0х16,1 км, высота – 44 м. ВНК принят на а.о. – 2074,0 м. Эффективная нефтенасыщенная толщина изменяется от 2,2 м до 12,6 м. Коэффициент песчаности изменяется от 0,42 до 1,0, расчлененность – от 1 до 5.

Залежи нефти в пластах Ач<sub>4</sub> и Ач<sub>5</sub> выявлены при бурении и испытании поисковой скважины №153П на Любовской площади. Отложения пластов Ач<sub>4</sub> и Ач<sub>5</sub> вскрыты двумя поисково-разведочными и двумя эксплуатационными скважинами.

Залежь нефти пласта Ач<sub>4</sub> по типу пластовая сводовая, литологически экранированная. При испытании скважины №153П в интервале глубин 2583,5-2588,5 м (а.о. – 2539,1-2544,1 м) получен приток нефти дебитом 2,7 м<sup>3</sup>/сут при Н<sub>дин</sub> = 910 м. Размеры залежи 5,0х2,4 км, высота – 31,5 м. ВНК проведен на а.о. – 2571,5 м. Эффективная нефтенасыщенная толщина по скважинам изменяется от 1,0 м в скважине №153П до 1,2 м в скважине №3101, коэффициент песчаности – от 0,10 до 0,17, расчлененность – от 1 до 3.

Залежь нефти пласта Ач<sub>5</sub> по типу пластовая сводовая, литологически экранированная. При испытании скважины №153П в интервале глубин 2600-2620 м (а.о. – 2555,9-2575,9 м) получен приток нефти дебитом 7,33 м<sup>3</sup>/сут при Н<sub>дин</sub> – 852,9 м. Размеры залежи 6,3х4,5 км, высота – 36 м. ВНК принят на а.о. – 2593 м. Эффективная нефтенасыщенная толщина по скважинам изменяется от 5,0 м в скважине №3101 до 8,8 м в скважине №153П, коэффициент песчаности – от 0,12 до 0,49, расчлененность – от 2 до 8.

Отложения пласта АС<sub>8</sub> формируют надводную дельтовую равнину в составе трансгрессивно залегающего дельтового комплекса. В центральной части пласта выделяется достаточно выдержанный по площади глинистый прослой толщиной 1-2 м. Верхняя часть пласта формировалась на стыке верхней и нижней надводной части дельтового комплекса и представлена фациями мелких дельтовых протоков, речными отмелями, каналами промоин и межканальными участками дельты. Отложения нижней части пласта более расчлененные, формировались в нижней части надводной дельтовой равнины, представлены фациями отложений лагун, приморских болот, береговых валов и песков разливов. Сверху отложения пласта АС<sub>8</sub> перекрываются прибрежно-морскими осадками пласта АС<sub>7</sub>, представленными промоинами и головными частями разрывных течений, и подстилаются выдержанным по латерали глинистым прослоем, который отделяет пласт АС<sub>8</sub> от нижележащего пласта АС<sub>9</sub>.

Пласт АС<sub>8</sub> охарактеризован керновым материалом в пяти скважинах. Коллекторы представлены песчаниками мелко- и среднезернистыми, хорошо

отсортированными, с незначительной примесью глинистого цемента, а также алевролитами крупнозернистыми песчанистыми, которые в разрезе встречаются реже. Породы-коллекторы разделены на два литотипа: «песчаники» и «алевролиты».

Отложения пласта БС<sub>1</sub> формировались в прибрежно-морских условиях и представлены отложениями вдольбереговых баров. Формирование песчаных аккумулятивных тел происходило от низких гидродинамических уровней, характерных для начальных этапов их формирования, до высоких, на завершающих этапах образования. Пласт характеризуется повсеместным распространением по площади, однородным строением в сводовых частях Солкинского и Любовского поднятий и расчленен низкопроницаемыми прослоями на крыльях структур [9-10, 14-20].

Коллекторские свойства пласта АС<sub>8</sub> изучены по разрезам пяти скважин. Среднее значение пористости по 312 определениям составляет 22,0%. Фильтрационные свойства пласта изменяются от  $0,5 \cdot 10^{-3}$  мкм<sup>2</sup> до  $1897 \cdot 10^{-3}$  мкм<sup>2</sup>, большая часть изученного разреза представлена коллекторами II-IV классов (классификация по проницаемости А.А. Ханина).

Коллекторские свойства пласта БС<sub>1</sub> изучены по разрезам 15 скважин. Открытая пористость пласта варьирует от 16 до 26,4 % и в среднем составляет 23 %. Фильтрационные свойства пласта изменяются от  $41 \cdot 10^{-3}$  мкм<sup>2</sup> до  $1336 \cdot 10^{-3}$  мкм<sup>2</sup>. Среднее значение проницаемости коллекторов пласта БС<sub>1</sub> высокое и составляет  $352 \cdot 10^{-3}$  мкм<sup>2</sup>.

Заключение. Нефтеносность установлена в отложениях нижнего мела сангопайской свиты – пласт АС<sub>8</sub>, усть-балыкской свиты – пласт БС<sub>1</sub>, сортымской свиты – пласты ачимовской толщи Ач<sub>4</sub> и Ач<sub>5</sub>. Залежи пластов АС<sub>8</sub> и БС<sub>1</sub> в южной части Солкинского месторождения прослеживаются на соседней Усть-Балыкской площади без разрыва поля нефтеносности.

Отложения пласта АС<sub>8</sub> формировались в условиях надводной дельтовой равнины в составе трансгрессивно залегающего дельтового комплекса, отложения пласта БС<sub>1</sub> формировались в прибрежно-морских условиях и представлены отложениями вдольбереговых баров, пласты ачимовской толщи образовались в более глубоководных частях морского бассейна и представляют собой серии вытянутых в субмеридианальном направлении, последовательно перекрывающих друг друга тел.

Пласт БС<sub>1</sub> характеризуется однородным строением, представлен монолитным песчаником, хорошо прослеживаемым по площади, пласт АС<sub>8</sub> и пласты ачимовской толщи Ач<sub>4</sub> и Ач<sub>5</sub>, представлены чередованием песчано – глинистых пород.

Литература:

1. Грачев С.И., Зотова О.П., Зубарев Д.И., Коровин К.В., Севастьянов А.А. Вероятностно-статистическая оценка подсчетных параметров для нефтяных месторождений ХМАО-

Югры // Академический журнал Западной Сибири. 2018. Т. 14, № 6 (77). С. 87-88.

2. Грачев С.И., Коротенко В.А., Ягафаров А.К. Проблемы нестационарного заводнения с применением ПАВ // Бурение и нефть. 2011. № 2. С. 40-41.

3. Грачев С.И., Севастьянов А.А., Коровин К.В., Зотова О.П., Зубарев Д.И. Перспективы добычи нефти из отложений баженовской свиты // Академический журнал Западной Сибири. 2018. Т. 14, № 6 (77). С. 84-86.

4. Грачев С.И., Стрекалов А.В., Рублев А.Б., Захаров И.В., Стрикун С.М. Обоснование технологии разработки многопластовых залежей // Известия высших учебных заведений. Нефть и газ. 2012. № 3. С. 44-49.

5. Дашдамиров М.З., Коровин К.В. Естественная и техногенная трещиноватость горных пород на месторождениях Западной Сибири // Научный форум. Сибирь. 2017. Т. 3, № 2. С. 21-22.

6. Ерастов А.Н. Зарубежный и отечественный опыт применения технологий по вовлечению в разработку трудноизвлекаемых запасов // Научный форум. Сибирь. 2018. Т. 4, № 1. С. 15-17.

7. Задорожный Е.С. Краткий обзор применения современных технологий воздействия на пласт // Научный форум. Сибирь. 2018. Т. 4, № 1. С. 24-26.

8. Иванов А.С. Оценка запасов углеводородов Западной Сибири и перспективы повышения эффективности разработки месторождений // Научный форум. Сибирь. 2018. Т. 4, № 2. С. 13-14.

9. Коровин К.В., Печерин Т.Н. Анализ результатов эксплуатации скважин из отложений баженовской свиты на территории ХМАО-Югры // Международный научно-исследовательский журнал. 2016. № 12-1 (54). С. 91-94.

10. Медведский Р.И., Коровин К.В., Севастьянов А.А., Печерин Т.Н. Прогнозирование выработки запасов нефти из коллекторов с высокой фильтрационной неоднородностью // Пути реализации нефтегазового потенциала Ханты-Мансийского автономного округа: Мат. IX науч. конф. Ханты-Мансийск, изд-во «ИздатНаукаСервис», 2005. Т. 1. С. 390-400.

11. Муромцев В.С. Электрометрическая геология песчаных тел – литологических ловушек нефти и газа. Ленинград: Недра, 1984.

12. Рожков Г.Ф., Гроссгейм В.А., и др. Методы палеогеографических реконструкций. Ленинград: Недра, 1984.

13. Санин В.П., Медведева Н.И. Переоценка запасов нефти и газа по месторождениям Главтотомнефтегаза, находящимся в разведке и разработке. Месторождение Усть-Балыкское (балансовые запасы), отчет по теме 03.80/01.55Т. СибНИИПИ, Тюмень, 1986.

14. Севастьянов А.А., Коровин К.В., Зотова О.П. Разработка месторождений с трудноизвлекаемыми запасами нефти. Тюмень: Изд-во ТИУ, 2017. 92 с.

15. Севастьянов А.А., Коровин К.В., Зотова О.П. Особенности геологического строения ачимовских отложений на территории ХМАО-Югры // Академический журнал Западной Сибири. 2016. Т. 11, № 1. С. 6-9.

16. Севастьянов А.А., Коровин К.В., Зотова О.П. Оценка кондиционности запасов ачимовских отложений на территории ХМАО-Югры // Академический журнал Западной Сибири. 2016. Т. 11, № 1. С. 36-39.

17. Севастьянов А.А., Коровин К.В., Зотова О.П. Перспективы разработки ачимовских отложений на территории ХМАО-Югры // Международный научно-исследовательский журнал. 2016. № 12-1 (54). С. 112-115.

18. Шмачилин И.И. Аномальный разрез баженовской свиты // Научный форум. Сибирь. 2018. Т. 4, № 2. С. 31-32.

19. Шмачилин И.И. Типы коллекторов баженовской свиты // Научный форум. Сибирь. 2018. Т. 4, № 2. С. 26-27.

20. Sevastianov A.A., Korovin K.V., Zotova O.P., Zubarev D.I. Production prospects of hard-to-recover oil reserves on the territory of Khanty-Mansiysk Autonomous Okrug – Yugra // Нефть и газ: опыт и инновации. 2017. Т. 1, № 1. С. 15-21.

## FEATURES OF THE GEOLOGICAL STRUCTURE OF THE SOLKINSKY FIELD

A.V. Volkov

Tyumen Industrial University, Tyumen, Russia

In this paper, we reviewed the features of the geological structure of the Solkinsky field, located in the Khanty-Mansiysk Autonomous Okrug – Ugra.

**Keywords:** Solkinskoye field, oil, Achimov deposits, Western Siberia

## ОБЗОР НОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ПЛАСТ

Н.А. Мирзамов

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

E-mail: mirzamovan@tyuiu.ru

В статье проведен обзор современных технологий воздействия на пласт, применяемых в процессе разработки нефтяных месторождений. Автор отмечает, что в условиях Западной Сибири наибольшую эффективность показал многозонный гидроразрыв пласта.

*Ключевые слова:* трудноизвлекаемые запасы, многозонный гидроразрыв пласта, юрские отложения, ачимовская толща

В рамках данного исследования рассмотрены и изучены технологии воздействия на продуктивные пласты с трудноизвлекаемыми запасами нефти, среди которых можно выделить новые технологии проведения ГРП, физико-химического и теплового воздействия.

Многозонный гидроразрыв пласта (МГРП) используется для интенсификации отборов из горизонтальных скважин [2, 3, 11, 20, 22]. Его отличие от традиционного ГРП заключается в том, что закачиваемая под высоким давлением песочно-водная смесь воздействует на нефтяной пласт с нескольких точек по длине ствола.

Первоначально многозонный ГРП предназначался для разработки месторождений сланцевого газа, однако его эффективность подтверждена и на нефтяных пластах с проницаемостью менее 20 мД. В последнем случае проведение многозонного ГРП рассматривалось как один из вариантов совершенствования технологии гидроразрыва в скважинах сложного профиля.

В отечественной промысловой практике опыт применения многозонных ГРП имеется на месторождениях нефтяной компании «ЛУКОЙЛ», а также на Самотлорском месторождении.

В НК «ЛУКОЙЛ» применяются следующие технологии МГРП [21]:

- с использованием шаров и посадочных седел;
- с использованием горизонтальной НКТ и гидropескоструйной перфорации.

На территории ХМАО-Югры первые горизонтальные скважины с многозонным ГРП введены в 2011 году. С 2012 года начато промышленное применение данной технологии.

Первые результаты показали эффективность применяемых технологий. Например, по скважинам №№ 7633Г и 7610Г Урьевского месторождения входной дебит нефти составил соответственно 95 и 93 т/сут, тогда как по наклонно-направленным скважинам – 22-26 т/сут.

Всего она реализована на 19 объектах 16 месторождений; наибольший объем мероприятий по

многозонному ГРП пришелся на объект ЮВ<sub>1</sub> Урьевского месторождения. Другие месторождения со значительным числом проведенных МГРП – Тевлинско-Русскинское (объект ЮС<sub>1</sub><sup>1</sup>), Ватьеганское (ЮВ<sub>1</sub><sup>1</sup>) и Покачевское (АВ).

Дебиты горизонтальных скважин с МГРП в среднем превышают дебиты скважин обычного профиля (также подвергнутых гидроразрыву) в большинстве случаев в 1,5-3 раза.

Помимо НК «ЛУКОЙЛ» опыт применения многозонного ГРП отмечен на Самотлорском месторождении, разрабатываемом ОАО «Самотлорнефтегаз». В 2012 г. выполнено 65 операций МГРП с суммарной добычей нефти 178,6 тыс. т (2,75 тыс. т на операцию); средний дебит по нефти составил 12,3 т/сут при среднем дебите по жидкости 70,8 т/сут.

Для сравнения, средний дебит горизонтальной скважины на Самотлорском месторождении в 2012 г. составил 11,8 т/сут, средний дебит жидкости – 182,4 т/сут, годовая добыча нефти в среднем на 1 скважину – 3,1 тыс. т. Таким образом, эффективность собственно МГРП на горизонтальных скважинах Самотлорского месторождения оказалась незначительна. С другой стороны, эффективность обычного ГРП на переходящем фонде оказалось еще ниже: порядка 1 тыс. т добычи нефти за 2012 г. при среднем дебите по нефти 5,9 т/сут.

Особенности проведения пенного ГРП заключается в том, что в скважину под высоким давлением наряду с гелем с проппантом определенной концентрации закачивается газ. Различают вспененные (например, азотированные) ГРП с содержанием газа менее 52% общего объема смеси и пенные ГРП – более 52% газа.

Пенный ГРП, как и обычный, направлен на создание трещины в пласте, высокая проводимость которой обеспечивает приток углеводородов к скважине. Однако при пенном ГРП за счет замены около 60% объема гелированного водного раствора на сжатый газ (азот, углекислый газ) значительно возрастают проницаемость и проводимость трещин, а также снижается степень загрязнения пласта, имеющее место при обычном гидроразрыве.

Также преимущество технологии заключается в немедленной отработке скважины за счет энергии закачанного азота. Эта технология ограничивает рост трещин, так как закачиваемый в пласт азот имеет высокую сжимаемость, что снижает риск получения притока обводненной продукции и ускоряет время ввода скважин в работу. Особое значение данный момент имеет на месторождениях с текущим пластовым давлением менее 80% от первоначального. Аэрированная азотом пена, используемая в качестве жидкости для гидроразрыва, снижает количество жидкости, помещаемой в пласт, и позволяет ускорить процесс очистки в резервуарах с низким давлением.

В мировой практике уже была отмечена наибольшая эффективность использования пенных жидкостей для ГРП в скважинах, где пластовой энергии недостаточно для выталкивания отработанной жидкости ГРП в ствол скважины вовремя ее освоения. При проведении пенного ГРП сжатый газ помогает выдавливать отработанный раствор из пласта, что увеличивает объемы отработанной жидкости и снижает время обработки скважины.

В Западной Сибири первые «пенные» ГРП были проведены в 2007 г. компанией Schlumberger на Южно-Приобском месторождении ОАО «Газпром-нефть» [1].

На месторождениях ОАО «Сургутнефтегаз» первые опытные ГРП были проведены в конце 2009 г., основным объектом испытаний являлся пласт ЮС<sub>2</sub> [20]. Пенная система, используемая на всех стадиях ГРП (инициация, развитие и закрепление трещины), представляла собой смесь технологического геля с азотом (качество превышало 40%). Генерация пены происходила в турбулентном режиме течения смеси в смесителе: дополнительном элементе устьевого напорной линии высокого давления без использования добавочных диспергаторов.

Анализ режимов работы скважин на участках ОПР показал эффективность всех операций пенных ГРП: в 67% случаях средняя годовая дополнительная добыча нефти превысила аналогичные показатели по окружающим скважинам с ГРП, выполненным по традиционным технологиям, в среднем на 2,3 тыс. т (оценка выполнена за первый год эксплуатации скважин после проведения мероприятия).

Существенным результатом выполненных работ является сокращение в 1,5 раза объемов закачанной в пласт технологической жидкости и времени обработки скважин для извлечения жидкости по сравнению с данными показателями традиционных ГРП в скважинах ближайшего окружения. Отработка осуществляется на фонтанном режиме, что сокращает потери нефти и затраты на отработку и освоение скважины. Так, в скважине участка ОПР-2 технологическая жидкость была извлечена в течение 22 часов с момента окончания ГРП.

Таким образом, многозонный гидроразрыв показал высокую эффективность прежде всего на юрских и ачимовских объектах, а также фильтрационно-неоднородных пластах меловых отложений [4-10, 12-18, 22] – то есть, в условиях низких, либо изменчивых коллекторских свойств и прерывистого геологического строения. Преимущество данной технологии по сравнению с обычным гидроразрывом заключается в большей зоне дренирования скважины, обеспечивающей более высокую связанность коллекторов. Преимущество перед горизонтальными скважинами, не подвергнутыми интенсификации – большая продуктивность. Соответственно, горизонтальные скважины с МГРП характеризуются высокими дебитами по нефти – в 1,5-3 раза

превышающими соответствующие показатели наклонно-направленных скважин.

В целом, опыт применения пенного гидроразрыва показал эффективность данной технологии и позволил обозначить область ее предпочтительного применения – а именно, низкопроницаемые коллектора тюменской свиты, ачимовской толщи и меловых отложений. По итогам ОПР кратность увеличения продуктивности за счет пенного ГРП оценивается в 2-7 раз. Тем не менее, случаи неэффективного применения свидетельствуют о необходимости дальнейшего совершенствования технологии его проведения.

#### Литература:

1. Барышников А.В., Ямилов Р.Р., Сурков А.В., Верещагин С.А., Опарин М.В., Мельников Д.В. Результаты проведения пенного гидроразрыва пласта на Южно-Приобском месторождении. Тюмень, 2009.
2. Грачев С.И., Зотова О.П., Зубарев Д.И., Коровин К.В., Севастьянов А.А. Вероятностно-статистическая оценка подсчетных параметров для нефтяных месторождений ХМАО-Югры // Академический журнал Западной Сибири. 2018. Т. 14, № 6. С. 87-88.
3. Грачев С.И., Стрекалов А.В., Рублев А.Б., Захаров И.В., Стрикун С.М. Обоснование технологии разработки многопластовых залежей // Известия высших учебных заведений. Нефть и газ. 2012. № 3. С. 44-49.
4. Грачев С.И., Хайруллин А.А., Хайруллин А.А. Аппроксимация относительных фазовых проницаемостей кубической параболой // Известия высших учебных заведений. Нефть и газ. 2012. № 2. С. 37-43.
5. Дашдамиров М.З., Коровин К.В. Естественная и техногенная трещиноватость горных пород на месторождениях Западной Сибири // Научный форум. Сибирь. 2017. Т. 3, № 2. С. 21-22.
6. Дашдамиров М.З., Коровин К.В. Теоретические основы течения жидкостей в порово-трещиноватых коллекторах // Академический журнал Западной Сибири. 2017. Т. 13, № 4. С. 20-21.
7. Задорожный Е.С. Краткий обзор применения современных технологий воздействия на пласт // Научный форум. Сибирь. 2018. Т. 4, № 1. С. 24-26.
8. Коровин К.В., Печерин Т.Н. Анализ результатов эксплуатации скважин из отложений баженовской свиты на территории ХМАО-Югры // Международный научно-исследовательский журнал. 2016. № 12-1 (54). С. 91-94.
9. Коровин К.В., Севастьянов А.А., Зотова О.П., Зубарев Д.И. Строение отложений тюменской свиты // Академический журнал Западной Сибири. 2017. Т. 13, № 1. С. 33-34.
10. Медведский Р.И., Севастьянов А.А., Коровин К.В. Прогнозирование выработки запасов из пластов с двойной средой // Вестник недропользователя Ханты-Мансийского автономного округа. 2004. № 13. С. 54.
11. Муляк В.В., Чертенков М.В., Шамсуаров А.А., Потрясов А.А., Шкандратов В.В., Шаламова В.И., Вахрушев В.В., Сартаков А.М. Повышение эффективности вовлечения в разработку трудноизвлекаемых запасов с применением многозонных гидроразрывов пласта в горизонтальных скважинах // Нефтяное хозяйство. 2011. № 11. С. 48-51.
12. Севастьянов А.А., Коровин К.В., Зотова О.П. Разработка месторождений с трудноизвлекаемыми запасами нефти. Тюмень: Изд-во ТИУ, 2017. 92 с.
13. Севастьянов А.А., Коровин К.В., Зотова О.П. Особенности геологического строения ачимовских отложений на территории ХМАО-Югры // Академический журнал Западной Сибири. 2016. Т. 11, № 1. С. 6-9.
14. Севастьянов А.А., Коровин К.В., Зотова О.П. Оценка кондиционности запасов ачимовских отложений на территории ХМАО-Югры // Академический журнал Западной Сибири. 2016. Т. 11, № 1. С. 36-39.
15. Севастьянов А.А., Коровин К.В., Зотова О.П., Зубарев Д.И. Геологические особенности и оценка добычного потенциала отложений тюменской свиты // Вестник Пермского университета. Геология. 2017. Т. 16, № 1. С. 61-67.
16. Севастьянов А.А., Коровин К.В., Зотова О.П., Зубарев Д.И. Особенности строения и оценка потенциала ачимовских отложений на территории ХМАО-Югры // Успехи современного естествознания. 2016. № 8. С. 195-199.

17. Севастьянов А.А., Коровин К.В., Зотова О.П., Зубарев Д.И. Перспективы разработки отложенной тюменской свиты на территории ХМАО-Югры // Успехи современного естествознания. 2016. № 12-2. С. 444-448.
18. Севастьянов А.А., Коровин К.В., Зотова О.П., Зубарев Д.И. Перспективы разработки ачимовских отложений на территории ХМАО-Югры // Международный научно-исследовательский журнал. 2016. № 12-1 (54). С. 112-115.
19. Сохошко С.К., Грачев С.И. Способ образования направленной вертикальной или горизонтальной трещины при гидроразрыве // патент на изобретение RUS 2176021 11.06.1998.
20. Тимчук А., Аржиловский А., Сунагатулин А. ТНК-ВР: Методы повышения нефтедобычи // Нефтегазовая вертикаль. 2010. № 22. С. 77-81.
21. Чертенков М.В., Веремко Н.А. Опыт применения горизонтальных скважин с многозонным ГРП для разработки месторождений с трудноизвлекаемыми запасами нефти в ОАО «ЛУКОЙЛ» // Доклад на VIII Междунар. Технологическом Симпозиуме. Москва, 2013.
22. Sevastianov A.A., Korovin K.V., Zotova O.P., Zubarev D.I. Production prospects of hard-to-recover oil reserves on the territory of Khanty-Mansiysk Autonomous Okrug – Yugraa // Нефть и газ: опыт и инновации. 2017. Т. 1, № 1. С. 15-21.

## OVERVIEW OF THE TECHNOLOGY IMPACT ON THE RESERVOIR

A.N. Mirzamov

Tyumen Industrial University, Tyumen, Russia

The article provides a review of the current technologies of the impact on the reservoir used in the development of oil fields. The author notes that in Western Siberia, multi-zone hydraulic fracturing showed the highest efficiency.

*Keywords:* hard-to-recover reserves, multi-zone hydraulic fracturing, Jurassic sediments, Achimov formation

## ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ УВЕЛИЧЕНИЯ НЕФТЕОТДАЧИ НА ПЛАСТЕ ЮВ<sub>1</sub> ОДНОГО ИЗ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Б.А. Улутов

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

E-mail автора: [ulutovba@tyuiu.ru](mailto:ulutovba@tyuiu.ru)

В работе проведен анализ опыта применения технологий увеличения нефтеотдачи на пласте ЮВ<sub>1</sub> в условиях Западной Сибири. Отмечается, что достигается высокая эффективность за счет технологий, основанных на использовании дисперсных составов с добавкой водорастворимых полимеров.

*Ключевые слова:* Западная Сибирь, нефть, полимеры, полимерно-дисперсные системы, трудноизвлекаемые запасы

Современный этап развития нефтяной промышленности характеризуется снижением эффективности разработки новых месторождений. Определяющим фактором этой негативной тенденции наряду с известной диспропорцией между подготовкой запасов и их извлечением явилось существенное ухудшение структуры запасов, увеличение в них доли малопродуктивных, трудноизвлекаемых запасов. Главной задачей нефтяных компаний, наряду с вводом новых месторождений в разработку, яв-

ляется поиск новых технологий применения МУН, проведение геолого-технических мероприятий.

Значительный объем работ по внедрению методов увеличения нефтеотдачи на пласте ЮВ<sub>1</sub> на рассматриваемом месторождении был выполнен в конце 90-х годов. Проведены работы по внедрению следующих технологий: закачка полимерно - дисперсных систем (ПДС); закачка осадкообразующих систем (ГОС+ПДС); системная технология (закачка осадкообразующих композиций в нагнетательные и добывающие скважины); закачка волокнисто - дисперсных систем (ВДС); закачка силикатных и неорганических гелей; закачка избыточного ила (БОС); закачка активного ила (биореагента); закачка полисахаридов (биополимеров).

Полученные данные показали, что хороший технологический эффект достигнут в случае применения методов ПДС, ГОС, ВДС. При использовании таких технологий, включающих закачку дисперсных наполнителей и осадкообразующих составов, происходит кольматация наиболее промытых высокопроницаемых интервалов и трещин коллектора, что сопровождается выравниванием профиля приемистости скважин, снижением обводненности продукции и увеличением дебитов нефти.

Наибольшая эффективность работ по увеличению нефтеотдачи достигнута на пласте ЮВ<sub>1</sub> при использовании системной технологии, когда геолого-технические мероприятия по изоляции прорывов воды проводятся одновременно на нагнетательном и добывающем фонде. Такое комплексное воздействие на пласт позволяет рационально использовать фонд скважин и достичь максимального эффекта. На монолитном типе коллектора пласта ЮВ<sub>1</sub> удельная технологическая эффективность при таком подходе составила 3095 т нефти на 1 сважино-операцию [1, 2].

Аналогичный подход был использован при закачке в пласт с КНС биополимеров. В этом случае параллельно с закачкой реагента были проведены мероприятия по остановке высокообводненного малодебитного фонда (35 скважин) и запуску менее обводненных скважин (32 скважины). Закачка биополимера проведена в 62 нагнетательные скважины. В результате проведенных мероприятий фактический прирост добычи нефти составил 54175 т. Однако, не смотря на полученные результаты, самостоятельное использование технологии закачки биополимеров на юрских залежах остается проблематичным, что подтверждается опытом использования такой технологии на других нефтяных месторождениях Западной Сибири.

В 2000–2001 годах закачка биополимера с КНС была продолжена. Закачка произведена в нагнетательные скважины всех блоков. Однако реальное изменение динамики закачки воды и динамики добычи жидкости наблюдалось только в отдельных зонах, где находилось наибольшее количество

нагнетательных скважин.

В целом анализ полученных в тот период результатов показал, что использованные технологии увеличения нефтеотдачи позволили получить достаточно стабильный технологический эффект. При этом наибольшую эффективность и универсальность показали технологии, включающие закачку осадкообразующих, гелеобразующих и дисперсных составов.

Разовые работы по обработке нагнетательных скважин проводились в последующие годы. В 2007 г. были проведены опытные работы по закачке состава МПДС (полимердисперсный состав) в 3 нагнетательные скважины. Анализ проведенных мероприятий показал, что такой дисперсный состав позволяет получить положительный технологический эффект, но который проявляется замедленно через 4–5 месяцев. Такая динамика характерна при проведении работ по ВПП на объектах с низкой проницаемостью и наличием зон повышенной проводимости в сочетании со значительной выработкой запасов.

Расчет дополнительной добычи, проведенный с использованием характеристик вытеснения в целом показал высокую технологическую эффективность работ. Однако, несмотря на полученный положительный результат, работы в этом направлении продолжены не были. В 2013–2014 годах с использованием аналогичных композиций на пласте ЮВ<sub>1</sub> работы по ВПП были возобновлены.

Обработки нагнетательных скважин проводились с использованием технологии ПГКС (полимерглинистая кварцевая система), которая относится к типу наиболее «жестких» дисперсных составов [3–13]. Это подтверждает необходимость использования технологий такого вида, обеспечивающих наиболее интенсивное воздействие на ПЗП скважин и удаленные зоны пласта обрабатываемого участка. В целом действие таких составов должно быть направлено именно на блокирование прорывов воды, перераспределение фильтрационных потоков и подключение к разработке застойных и слабодренлируемых зон пласта.

Полученные данные использования технологий ФХ МУН показывают, что достаточно высокую технологическую эффективность устойчиво обеспечивают технологии, основанные на использовании дисперсных составов с добавкой водорастворимых полимеров, таких как ПДС, ВДС, МПДС и ПГКС. При использовании таких систем для обработки нагнетательных скважин технологический эффект может составить 1000 тонн дополнительной добычи нефти на одну скважину оперециию и более.

Литература:

1. Влияние на нефтеотдачу форсированных отборов и перспективы их применения. В.П. Сонич и др. Нефтяное хозяйство. 2002. № 8.
2. Дополнение к проекту разработки Ершового нефтяного месторождения», утвержденное ЦКР Роснедра (протокол № 4525 от 26.02.2009 г.).

3. Ерастов А.Н. Зарубежный и отечественный опыт применения технологий по вовлечению в разработку трудноизвлекаемых запасов // Научный форум. Сибирь. 2018. Т. 4, № 1. С. 15–17.
4. Житинский А.А. Обзор зарубежного опыта применения физико-химических технологий воздействия на пласт // Научный форум. Сибирь. 2018. Т. 4, № 1. С. 21–23.
5. Задорожный Е.С. Анализ эффективности существующей системы разработки Зимнего месторождения // Научный форум. Сибирь. 2018. Т. 4, № 1. С. 23–24.
6. Задорожный Е.С. Краткий обзор применения современных технологий воздействия на пласт // Научный форум. Сибирь. 2018. Т. 4, № 1. С. 24–26.
7. Медведский Р.И., Севастьянов А.А., Коровин К.В. Прогнозирование выработки запасов из пластов с двойной средой // Вестник недропользователя Ханты-Мансийского автономного округа. 2005. № 15. С. 49.
8. Севастьянов А.А., Коровин К.В., Зотова О.П. Разработка месторождений с трудноизвлекаемыми запасами нефти: учебное пособие – Тюмень : ТИУ, 2017. 89 с.
9. Севастьянов А.А., Коровин К.В., Зотова О.П., Зубарев Д.И. Геологические особенности и оценка добычного потенциала отложений тюменской свиты // Вестник Пермского университета. Геология. 2017. Т. 16, № 1. С. 61–67.
10. Севастьянов А.А., Коровин К.В., Зотова О.П., Зубарев Д.И. Геологические особенности и оценка добычного потенциала отложений тюменской свиты // Вестник Пермского университета. Геология. 2017. Т. 16, № 1. С. 61–67.
11. Севастьянов А.А., Коровин К.В., Зотова О.П., Зубарев Д.И. Перспективы разработки отложений тюменской свиты на территории ХМАО-Югры // Успехи современного естествознания. 2016. № 12-2. С. 444–448.
12. Sevastianov A.A., Korovin K.V., Zotova O.P., Zubarev D.I Assessment of the prospects of producing hard-to-extract oil reserves in the territory of KhMAO – Yugra // Нефть и газ: опыт и инновации. 2017. Т. 1, №1. P. 40–45.
13. Mulyavin S.F., Kolev Zh.M., Alsheikhly Mohammed Jawad Zeinalabideen Calculation of oil well productivity with a complex wellbore trajectory in exploitation object // Нефть и газ: опыт и инновации. 2017. Т. 1, № 1. P. 32–40.

## EXPERIENCE OF APPLICATION OF ENHANCED OIL RECOVERY TECHNOLOGIES IN THE YUV<sub>1</sub> STRATUM OF ONE OF THE FIELDS IN WESTERN SIBERIA

*B.A. Ulutov*

Tyumen Industrial University, Tyumen, Russia

This paper analyzes the experience of applying enhanced oil recovery technologies in the YuV1 reservoir under conditions of Western Siberia. It is noted that high efficiency is achieved due to the technologies based on the use of dispersed compositions with the addition of water-soluble polymers.

*Keywords:* Western Siberia, oil, polymers, polymer-dispersed systems, hard-to-recover reserves

## ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОПУТНОГО НЕФТЯНОГО ГАЗА ПРИ РАЗРАБОТКЕ НЕФТЯНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

*B.C. Лесин, К.В. Коровин*

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

E-mail: korovinkv@tyuiu.ru

В статье проведен анализ применения технологии водогазового воздействия с использованием попутного газа, как одного из наиболее эффективных методов повышения нефтеотдачи пласта и интенсификации



добычи.

*Ключевые слова:* нефтяное месторождение, водогазовое воздействие, интенсификация добычи, попутный газ

Технологии последовательной закачки газа (компрессорными станциями под давление 23-29 МПа) и воды (из системы ППД) проявили себя как высокоэффективные способы повышения нефтеизвлечения применительно к низкопроницаемым и сильно заглинизированным объектам типа БВ10 и АВ11. Прирост нефтеотдачи по сравнению с заводнением достигает 7-19% от геологических запасов.

Технологии попеременной закачки газа и воды могут достаточно эффективно использоваться для сильно неоднородных и прерывистых коллекторов, а также на высокопроницаемых, однородных объектах, имеющих как первоначально чисто нефтяные, так и обширные водонефтяные зоны.

При высоких значениях буферного давления и газового фактора можно использовать схему с отбором попутного газа из затрубного пространства одной или нескольких добывающих скважин и подачи его в нагнетательную скважину на этом же кусте, увеличивая (при необходимости) его давление.

При высоком давлении сепарации для утилизации газа может быть оправданной схема закачки газа в пласт вместе с водой через нагнетательную скважину с помощью эжектора (без компрессора).

Широкомасштабное внедрение водогазового воздействия на пласт возможно на месторождениях с существующим газлифтным комплексом. Когда в качестве источника газа может использоваться газ высокого давления из газлифтной системы, при этом требуется всего один (или несколько) передвижной дожимной компрессор или бустерная установка, а закачка газа осуществляется поочередно в несколько газонагнетательных скважин, расположенных на площади месторождения в пределах существующих газопроводов высокого давления газлифтной системы или в пределах газовой шапки, которую можно использовать в качестве подземного хранилища газа (ПХГ) с регулируемым отбором и закачкой газа для предупреждения подъема нефтяной оторочки выше газонефтяного контакта (ГНК).

Газотурбинный привод компрессоров для транспорта газа, для газлифтной эксплуатации скважин и для водогазового воздействия на продуктивные пласты позволит решить проблему утилизации попутного нефтяного газа (ПНГ)

Для реализации водогазового воздействия на пласт с помощью геотехнологии ОРНЭО в каждый эксплуатационный объект (группа пластов, пласт, интервал пласта) может закачиваться при

оптимальном для него технологическом режиме газожидкостная смесь (ГЖС) с заданными (оптимальными) физико-химическими свойствами. Газожидкостная смесь с газосодержанием 40-60% может быть получена в промышленных условиях спомощью передвижной азотной установки и скважинной жидкости, с последующей продавкой ее в пласт водой из системы ППД или с помощью передвижного насосного агрегата.

В частности, при разработке водонефтяной зоны продуктивного пласта для ограничения притока воды и предупреждения образования водяного конуса в добывающей скважине может быть эффективно использована технология закачки в водонасыщенную часть пласта газонефтяной смеси. Для реализации данной технологии необходимо использовать двухсекционную компоновку с установкой пакера под интервалом перфорации нефтенасыщенной части пласта, но над водонефтяным контактом (ВНК).

Технологии ВГВ может эффективно использоваться на месторождениях где проблема утилизации попутного газа решается путем его обратной закачки во временное газовое хранилище. При этом некоторая часть утилизируемого газа с высоким давлением может быть использована для газового или водогазового воздействия на продуктивный пласт.

Экспериментальные и теоретические исследования, выполненные в России, а также в ряде других стран, показали, что к эффективным методам увеличения нефтеотдачи пластов относятся технологии, основанные на нагнетании в пласт смеси воды и различных газов.

Поскольку ПНГ добывается непосредственно на нефтяных промыслах, организация его доставки на месторождение не требуется, что значительно снижает стоимость выполнения работ. Закачка газа в пласт обеспечивает более высокие темпы разработки, чем при заводнении, примерно в 2-3 раза. Согласно данным проведенных лабораторных экспериментов и опытно-промышленных испытаний воздействие нефтяного газа на пласт позволяет добиться увеличения коэффициента вытеснения на 10-19% по сравнению с заводнением и получить конечную нефтеотдачу на уровне 70-80%.

Так же, к положительным факторам можно отнести:

- при закачке воды и газа в режиме ограниченной взаиморастворимости происходит повышение нефтеотдачи низкопроницаемого, заглинизированного пласта;
- фонд устойчиво фонтанирующих скважин возрастает;
- появляется возможность, разрабатывать объект сравнительно длительное время при ограниче-

нии или снижении объемов закачки газа, без снижения темпов добычи;

– происходит улучшение гидродинамических характеристик пластовых флюидов;

Однако, несмотря на ряд преимуществ использования ВГС для повышения нефтеотдачи пластов, в России эти технологии широкого распространения не получили. Главным образом потому, что применение таких методов в истощенных пластах путем возврата в них добываемого газа требует значительных затрат на сооружение и эксплуатацию системы нагнетания и сбора газа, а требование поддержания пластового давления на постоянном уровне – даже при условии равномерного продвижения фронта (без прорывов газа) – сопряжено с необходимостью постоянного увеличения объемов закачки газа.

Другой существенный недостаток применения чисто газовых методов для вытеснения нефти заключается в малом охвате пласта воздействием из-за неблагоприятного соотношения вязкостей газа и нефти. Поэтому основное внимание при реализации газовых методов воздействия на пласт должно уделяться методам регулирования подвижности газа с целью увеличения охвата пластов воздействием.

Литература:

1. Вахобов А.А., Коровин К.В. Опыт применения обработок призабойной зоны на месторождениях ХМАО-Югры // Научный форум. Сибирь. 2017. Т. 3, № 2. С. 18.
2. Вахобов А.А., Коровин К.В. Практические основы применения методов обработки призабойной зоны в терригенных коллекторах месторождений Западной Сибири // Научный форум. Сибирь. 2017. Т. 3, № 2. С. 19-20.
3. Грачев С.И., Севастьянов А.А., Коровин К.В., Зотова О.П., Зубарев Д.И. Перспективы добычи нефти из отложений баженовской свиты // Академический журнал Западной Сибири. 2018. Т. 14, № 6 (77). С. 84-86.
4. Дашдамиров М.З., Коровин К.В. Естественная и техногенная трещиноватость горных пород на месторождениях Западной Сибири // Научный форум. Сибирь. 2017. Т. 3, № 2. С. 21-22.
5. Дронова И.А., Севастьянов А.А. Рекомендации по рациональной доработке пачек XXIII\_1, XXIII\_2, XXIII\_3, XXIII\_4 XXIII пласта Гойт-Кортовского нефтяного месторождения // Научный форум. Сибирь. 2015. Т. 1, № 1. С. 29-30.
6. Задорожний Е.С. Краткий обзор применения современных технологий воздействия на пласт // Научный форум. Сибирь. 2018. Т. 4, № 1. С. 24-26.
7. Задорожний Е.С. Краткий обзор применения современных технологий воздействия на пласт // Научный форум. Сибирь. 2018. Т. 4, № 1. С. 24-26.
8. Иванов А.С. Оценка запасов углеводородов Западной Сибири и перспективы повышения эффективности разработки месторождений // Научный форум. Сибирь. 2018. № 2 (4). С. 13-14.
9. Медведский Р.И., Севастьянов А.А., Коровин К.В. Прогнозирование выработки запасов из пластов с двойной средой // Вестник недропользователя Ханты-Мансийского автономного округа. 2005. № 15. С. 49.
10. Sevastianov A.A., Korovin K.V., Zotova O.P., Zubarev D.I. Production prospects of hard-to-recover oil reserves on the territory of Khanty-Mansiysk Autonomous Okrug – Yugraa // Нефть и газ: опыт и инновации. 2017. Т. 1, № 1. С. 15-21.

## МЕДИЦИНА

### ОСОБЕННОСТИ ЭХОКАРДИОГРАФИИ У ДЕТЕЙ С ЭКСТРАСИСТОЛИЯМИ

И.А. Афонина, Е.И. Науменко

МГУ им. Н.П. Огарева, г. Саранск

E-mail: irina.afonina07@yandex.ru

В статье представлены данные собственного исследования посвященные особенностям эхокардиографии у детей с наджелудочковой и желудочковой экстрасистолией. Она является одним из часто встречающихся нарушений ритма. Экстрасистолия встречается как при функциональных нарушениях миокарда, так и при органических. Для дифференцировки следует использовать эхокардиографию сердца. Исследование показало, что экстрасистолия сама приводит к изменениям размеров камер сердца и фракции выброса. В заключение даются рекомендации об обязательном проведении эхокардиографии у больных с экстрасистолией.

*Ключевые слова:* наджелудочковая и желудочковая экстрасистолия, дети, эхокардиография

Одним из часто встречающихся нарушений ритма сердца является экстрасистолия [1]. Зачастую бывает затруднительно дифференцировать органическую или функциональную природу экстрасистолии [4]. Для этого используют дополнительные методы исследования [2]. Эхокардиография – это надёжный метод диагностики патологии миокарда, клапанного аппарата сердца, перикарда, оценки сократимости левого желудочка [3].

Материалы и методы.

Нами был проведен ретроспективный анализ 102 историй болезни детей в возрасте от 4 года до 17 лет, находившихся на стационарном обследовании и лечении ДРКБ г. Саранск в течение 2017-2018 гг. Для изучения сформированы 2 группы: 1 – включены дети с желудочковой экстрасистолией (n=52) и 2 – сравнения, дети с наджелудочковой экстрасистолией (n=50).

Результаты и обсуждение.

Всем детям 1-й и 2-й групп была проведена эхокардиография. Нами сравнивались размеры правых и левых отделов сердца. Выяснилось, что увеличение размеров правого (ПП) и левого предсердий (ЛП), правого желудочка (ПЖ) встречалось с одинаковой частотой у больных желудочковой и наджелудочковой экстрасистолией (p>0,05). Увеличение левого желудочка (ЛЖ) наблюдалось чаще у больных с желудочковой экстрасистолией (\*\*p<=0,05), (рис. 1).

Также сравнивали показатели фракции выброса (ФВ) и фракции выброса в экстрасистолическом комплексе (ФВ ЭКС), (Табл. 1).

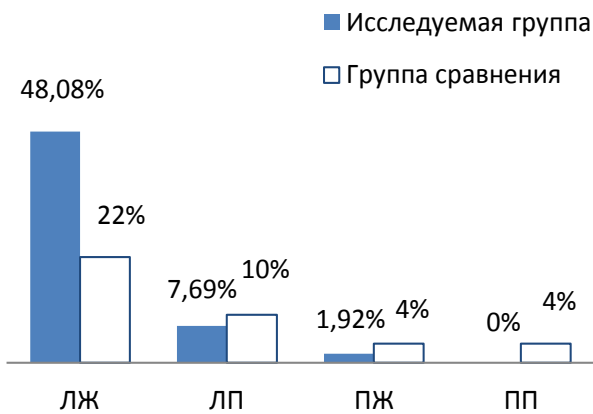


Рис. 1. Частота увеличения размеров камер сердца.

Таблица 1

Показатели ФВ и ФВ ЭКС

Показатель	1 группа (M <sub>1</sub> ±m <sub>1</sub> )	2 группа (M <sub>2</sub> ±m <sub>2</sub> )	p
ФВ	64,34±0,599	64,66±0,462	>0,05
ФВ ЭКС	56,6±0,41	62,2±0,52	<0,05

Анализ данных показал, что средние показатели фракции выброса в исследуемой группе и группе сравнения одинаковы ( $p > 0,05$ ), при этом они находятся в пределах нормы. Средние показатели фракции выброса в экстрасистолическом комплексе у больных с желудочковой экстрасистолией ниже, чем с наджелудочковой ( $*p < 0,05$ ).

**Заключение.**

Таким образом, у больных с желудочковой экстрасистолией при эхокардиографическом исследовании увеличение размеров ЛЖ, а также диастолическая дисфункция левого желудочка, снижение фракции выброса в экстрасистолическом комплексе встречается чаще, чем с наджелудочковой. Данные показатели свидетельствуют о более напряженных процессах внутрисердечной гемодинамики у больных с желудочковой экстрасистолией и требуют обязательного назначения эхокардиографического исследования больным с экстрасистолией.

**Литература:**

1. Аронсон Ф., Вард Дж., Винер Г. Наглядная кардиология / Пер. с англ. С.Л. Дземешкевич. М.: ГЭОТАР – Медиа, 2015. 120 с.
2. Бокерия О.Л., Ахобеков А.А. Желудочковая экстрасистолия // Аналы аритмологии. 2015. Т. 12, № 11. С. 16-24.
3. Кардиология детского возраста / под ред. А. Д. Царегородцева, Ю. М. Белозёрова, Л. В. Брегель. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2014. 784 с.
4. Крутова А.В., Котлукова Н.П., Симонова Л.В., Рыбалко Н.А., Казанцева И.А. Особенности течения и прогноз нарушений сердечного ритма и проводимости у детей первого года жизни // Педиатрия. 2015. № 2. С. 13-17.
5. Кручина Т.К., Васичкина Е.С., Новик Г.А. Желудочковая экстрасистолия у детей // Российский кардиологический журнал. 2015. № 11 (127). С. 104-110.
6. Кушаковский М. С. Аритмии сердца. СПб: «Гиппократ», 1992. С. 180.
7. Свинцова Л. И., Ковалёв И. А., Криволапов С. Н., Бразовская Н. Г., Усенков С. Ю. Клинические и гемодинамические закономерности течения аритмий у детей в возрасте от 0 до 7 лет // Российский кардиологический журнал. 2014. № 12 (116). С. 31-37.

8. Царегородцева А.Д., Белозерова Ю.М., Брегель Л.В. // Кардиология детского возраста / под ред. А. Д. Царегородцева, Ю. М. Белозёрова, Л. В. Брегель. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2014. 784 с.
9. Шиллер Н., Осипов М. А. Клиническая эхокардиография. М., 1993. 347 с.
10. Школьникова М.А., Березницкая В.В. Клинические рекомендации по детской кардиологии и ревматологии / под ред. М.А. Школьниковой, Е.И. Алексеевой. М., 2011. Гл. 5. С. 133-159.

**FEATURES OF ECHOCARDIOGRAPHY IN CHILDREN WITH EXTRASISTOLS**

I.A. Afonina, E.I. Naumenko

MSU. N.P. Ogareva, Saransk, Russia

The article presents the data of its own research on the features of echocardiography in children with supraventricular and ventricular extrasystole. She is one of the most common rhythm disturbances. Extrasystoles occur as in functional disorders of the myocardium, and in organic. Echocardiography of the heart should be used for differentiation. The study showed that extrasystole itself leads to changes in the size of the heart chambers and ejection fraction. In conclusion, recommendations are given on the mandatory conduct of echocardiography in patients with extrasystoles.

**Keywords:** supraventricular and ventricular premature beats, children, echocardiography

**РАСПРОСТРАНЕННОСТЬ ПОЛИМОРФИЗМА ГЕНА CYP2C19\*17 У БОЛЬНЫХ ПОСЛЕ ЧРЕСКОЖНОГО КОРОНАРНОГО ВМЕШАТЕЛЬСТВА: ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ**

А.Б. Калимбетова, А.С. Толеуова, Д.Ж. Тайжанова, А.А. Турмухамбетова, Д.Б. Бабенко, О.А. Вистеричан

Медицинский университет Караганды, Казахстан

E-mail: akerke.kalimbetova@gmail.com

Одной из ключевых проблем в профилактике тромботических осложнений инфаркта миокарда, является проблема эффекта антиагрегантных препаратов, и, прежде всего, клопидогреля. Основное влияние на функцию тромбоцитов оказывают генетические особенности. Несмотря на большое количество выявленных генетических маркеров, наибольшую доказательную базу имеет лишь полиморфизм гена CYP2C19. Хотя распространенность ряда аллелей гена CYP2C19 среди населения и их функциональные особенности хорошо изучены, 17 аллель гена CYP2C19 недостаточно исследована. Данный обзор литературы посвящен изучению распространенности полиморфизма гена CYP2C19\*17 в ответ на применение клопидогреля у пациентов, перенесших чрескожное коронарное вмешательство.

**Ключевые слова:** CYP2C19\*17, CYP2C19, инфаркт миокарда, клопидогрель чрескожное коронарное вмешательство, коронарное стентирование, кровотечения, острый коронарный синдром, полиморфизм генов, фармакогенетика

Сердечно-сосудистые заболевания (ССЗ) по распространенности и смертности занимают первые места в ряде стран не только Евразийского континента, но и других стран мира. В настоящее время в Европе от ССЗ ежегодно умирают свыше 800000 человек старше 65 лет, в том числе 230000 человек в странах Европейского союза [2]. Статистика ССЗ варьирует в зависимости от различных стран и регионов Европы. Традиционно, риск ССЗ для жителей стран Средиземноморского побережья был меньше, чем для жителей государств севера и запада Европы.

В Республике Казахстан заболевания сердечно-сосудистой системы являются причиной практически 1/3 всех смертельных случаев. В структуре смертности от болезней системы кровообращения 34% составляют пациенты с ишемической болезнью сердца, из них более 30% являются лицами активного трудоспособного возраста. Исход заболевания напрямую зависит от своевременной диагностики и лечения. В связи с чем, актуальным является вопрос поиска новых маркеров ранней диагностики, прогрессирования ишемической болезни сердца и ее осложнений.

Назначение ацетилсалициловой кислоты и ингибиторов P2Y<sub>12</sub> рецепторов в качестве двойной антитромбоцитарной терапии является стандартом лечения пациентов с острым коронарным синдромом (ОКС).

В клинической практике для блокирования процессов тромбоцитарной агрегации широкое применение нашли аспирин, блокаторы гликопротеиновых P<sub>2b</sub>-P<sub>3a</sub> рецепторов (абциксимаб, эптифибатид, монафрам) и клопидогрел [7-9]. Клопидогрел является высокоэффективным антитромботическим препаратом с высоким профилем безопасности. Однако, как показывают многочисленные исследования, эффективность антиагрегантной терапии зависит от множества факторов [15-17].

Генетические особенности пациента, ответственные за нарушение фармакологического ответа на клопидогрел, могут нарушать фармакокинетику либо фармакодинамику препарата. Клопидогрел имеет антиагрегантное действие на организм человека, и зависит от процесса биотрансформации его неактивной формы в активную под действием фермента, кодируемого геном CYP2C19 [14], что обуславливает вариабельность его антиагрегантного действия [15].

Фермент цитохром P450 2C19 (CYP2C19) участвует в метаболизме широкого спектра терапевтических препаратов во многих классах лекарственных средств [5].

В зависимости от каталитической активности изофермента CYP2C19 в человеческой популяции выделяют следующие фенотипы: «экстенсивные метаболизаторы» (extensive metabolizer (EM); носители генотипа CYP2C19\*1/\*1), «промежуточные

метаболизаторы» (intermediate metabolizer (IM); носители генотипов CYP2C19\*1/\*2, \*1/\*3, \*2/\*17, \*3/\*17), «медленные метаболизаторы» (poor metabolizer (PM); носители генотипов CYP2C19\*2/\*2, \*2/\*3, \*3/\*3) и «сверхбыстрые метаболизаторы» (ultra extensive metabolizer (UM); носители генотипов CYP2C19\*1/\*17, \*17/\*17) [7]. Среди них можно отметить CYP2C19 \* 2, характеризующийся заменой 681G → A в экзоне 5, приводящей к дефектному месту сращивания, и CYP2C19 \* 3, который имеет точечную мутацию в экзоне 4, что приводит к преждевременному стоп - кодо-ну. Присутствие этих аллелей обычно считается достаточно прогностическим для того, чтобы фенотипы были выведены из них. Таким образом, лица, гомозиготные по аллелям гена CYP2C19\*2 и CYP2C19\*3, считаются плохими метаболизаторами, в то время как субъекты по меньшей мере с одним аллелем гена CYP2C19 \* 1 классифицируются как экстенсивные метаболизаторы (ЭМ). Более поздними идентифицированными являются аллели CYP2C19 \* 17-21, функции которых не так широко изучены [6-8]. Хотя распространенность ряда аллелей гена CYP2C19 среди населения и их функциональные особенности хорошо изучены [9-11], 17 аллель гена CYP2C19 недостаточно исследована.

В 2006 году была обнаружена 17 аллель гена CYP2C19, которая обуславливала его повышенную активность, но ее вероятное клиническое значение до сих пор является спорным. Исследователи не согласны с тем, что фенотип должен быть отнесен к двум генотипам CYP2C19 [6].

По данным ряда исследователей [6] ген CYP2C19\*17 характеризуется двумя однонуклеотидными полиморфизмами (single nucleotide polymorphism (SNP)) в 5'-фланкирующей области (g.-3402C> T и g.-806C> T) гена. Два полиморфизма находятся в антагонизме. По-видимому, более быстрая активность кодируемого фермента была приписана вербовке транскрипционных факторов на мутированном участке g.-806C> T [6].

CYP2C19\*17 был связан с повышенной ферментативной активностью. Изученными препаратами были омепразол, пантопразол, эсциталопрам, сертралин, вориконазол, тамоксифен и клопидогрель. В большинстве исследований использовались фармакокинетические переменные в качестве показателя результата. Для клопидогреля, активированного CYP2C19, фармакодинамические последствия были сосредоточены на агрегации тромбоцитов. В то время как для большинства фармакокинетических параметров, изученных субстратов среднее значение было изменено, диапазон значений показал полное перекрытие гетерозигот CYP2C19\*1/\*17 и гомозигот дикого типа. Даже у CYP2C19\*17 гомозигот, абсолютный эффект был скромным по сравнению с эффектом ранее выявленных аллелей, которые проявлялись потерей функций.

Проведенные многочисленные исследования дают понять, что вариант CYP2C19\*17 обуславливает ускоренный обмен субстратов фермента, в том числе и клопидогреля. Это может способствовать увеличению образования активного метаболита препарата, и, соответственно, усилению эффекта принятой дозы препарата [23]. У пациентов, в таком случае, возможно увеличение риска кровотечений, особенно у гомозигот по данному аллелю. АДФ-индуцированная агрегация у гомозиготных пациентов наименьшая, а риск кровотечений – максимален. В то же время, не было отмечено достоверного влияния CYP2C19\*17 на частоту возникновения тромбозов стентов [24].

Однако величина эффектов значительно меньше, чем сообщалось с CYP2C19\*2 и CYP2C19\*3, хотя и в противоположных направлениях. Для клопидогреля только гомозиготы CYP2C19\*17, вероятно, будут иметь значительно повышенный риск испытания эффекта чрезмерного ингибирования агрегации тромбоцитов. Назначение гетерозигот CYP2C19\*17 как “extensive metabolizer”, а не “ultrarapid metabolizer”, является адекватным, так как метаболические отношения всех исследуемых препаратов полностью перекрывают диапазон значений, наблюдаемых у гомозигот дикого типа.

По данным Li Y., Tang H.L., можно увидеть, что по сравнению с носителями варианта CYP2C19\*17 носители имеют 16%-ное снижение рецидива повторного ОКС у 9428 пациентов, получавших клопидогрел в течение 1 года наблюдения, но имеют повышенный риск кровотечения. Как и ожидалось, носители CYP2C19 \*17 также имеют более низкий уровень остаточной реактивности тромбоцитов, чем носители.

Поскольку идентификация варианта CYP2C19\*17 (-806C> T в промоторной области гена) в качестве варианта функции усиления [34], его клиническое значение не изучалось до тех пор, пока его присутствие не было связано с повышенной эффективностью и риском кровотечения у пациентов, получавших клопидогрел.

Хотя некоторые исследования показывают, что переносчики CYP2C19\*17, связанные с приемом клопидогреля, по сравнению с носителями, имеют меньшую остаточную реактивность тромбоцитов [21, 22], снижение на 22% повторных ОКС и 37% -ное снижение стентирования и АКШ у пациентов с острым инфарктом миокарда [19], а также значительно меньший риск возникновения рецидивирующих ишемических сердечно-сосудистых событий [20], другие исследования не поддерживают такую повышенную эффективность [10, 23, 30]. Более того, связь между CYP2C19 \*17 и фатальными сердечно-сосудистыми событиями [23] или тромбозом стента не наблюдалась [9]. Некоторые из несоответствий данных о CYP2C19\*17 могут быть связаны с небольшим размером выборки, иным

дизайном исследования, небольшим размером эффекта, гетерогенностью исследуемой популяции, различными методологиями для генотипирования и тестирования функций тромбоцитов и частичной связью CYP2C19\*17 к CYP2C19\*2 [1, 23, 5].

В своей основной работе Sim et al. [6] сообщили о низкой частоте аллеля CYP2C19 \*17 у китайских испытуемых (4%) относительно эфиопов и шведов, которые имели одинаковое распределение (18% в обоих). Это широкая межэтническая изменчивость частоты аллеля теперь было подтверждено в нескольких исследованиях [5, 18, 19, 22, 24, 31, 33-37]. Распространённость варианта аллеля обычно составляла <5% у азиатов и примерно в четыре раза выше у белых и африканских популяций.

Частота аллелей CYP2C19\*17 у иранского населения составляет 21,6% и похожа на страны Ближнего Востока или Европы. Высокая частота аллеля CYP2C19\*17 в иранской популяции подчеркивает важность этого нового варианта аллеля в метаболизме субстратов CYP2C19 [39].

Таким образом, на основании проведенного обзора литературы глубиной 10 лет необходимо проводить генетическое исследование с целью выявления полиморфизма CYP2C19 \*17. Так как, учитывая распространенность сердечно – сосудистых заболеваний и медико-социальную значимость их терапии и вторичной профилактики, вопросы индивидуальной чувствительности к клопидогрелю встает на первое место в числе фармакогенетических исследований. Результаты данного исследования могут быть применены в кардиологической практике при прогнозировании осложнений после проведения стентирования. В свою очередь это поможет увеличить не только клиническую эффективность, но предотвратить риск кровотечения у пациентов, получающих клопидогрел соответственно. Поэтому генотипирование CYP2C19 \*17 до приема клопидогреля принесет неоценимую пользу пациентам с ишемической болезнью сердца.

#### Литература:

1. Zanger U.M., Turpeinen M., Klein K., Schwab M. Functional pharmacogenetics/genomics of human cytochromes P450 involved in drug biotransformation // *Anal Bioanal Chem.* 2008. № 392. P. 1093–1108.
2. Caldwell M.D., Awad T., Johnson J.A. et al. CYP4F2 genetic variants alter warfarin dose // *Blood.* 2008. № 111. P. 4106–4112.
3. Hernandez-Suarez D.F., Scott S.A., Tomey M.I. et al. Clinical determinants of clopidogrel responsiveness in a heterogeneous cohort of Puerto Rican Hispanics // *Ther. Adv. Cardiovasc. Dis.* 2017. № 11. P. 235–241.
4. Robarge J.D., Li L., Desta Z., Nguyen A., Flockhart D.A. The star allele nomenclature: retooling for translational genomics // *Clin Pharmacol Ther.* 2007. № 82. P. 244–248.
5. Myrand S.P., Sekiguchi K., Man M.Z. et al. Pharmacokinetics genotype associations for major cytochrome P450 enzymes in native and first and third generation Japanese populations: comparison with Korean, Chinese, and Caucasian populations // *Clin Pharmacol Ther.* 2008. № 84. P. 347–361.
6. Sim S.C., Risinger C., Dahl M.L. et al. A common novel CYP2C19 gene variant causes ultrarapid drug metabolism relevant for the drug response to proton pump inhibitors and antidepressants // *Clin Pharmacol Ther.* 2006. № 79. P. 103–113.

7. Hanioka N., Tsuneto Y., Saito Y. et al. Functional characterization of two novel CYP2C19 variants (CYP2C19\*18 and CYP2C19\*19) found in a Japanese population // *Xenobiotica*. 2007. № 37. P. 342–355.
8. Duconge J., Hernandez-Suarez D.F. Potential Usefulness of Clopidogrel Pharmacogenetics in Cerebral Endovascular Procedures and Carotid Artery Stenting // *Curr. Clin. Pharmacol*. 2017. № 12. P. 11–17.
9. Amsterdam E.A., Wenger N.K., Brindis R.G. et al. AHA/ACC Guideline for the Management of Patients with Non-ST-Elevation Acute Coronary Syndromes: A report of the American College of Cardiology / American Heart Association Task Force on Practice // *J. Am. Coll. Cardiol*. 2014. № 64. e139–e228.
10. Krishna V., Diamond G.A., Kaul S. Do platelet function testing and genotyping improve outcome in patients treated with anti-thrombotic agents?: The role of platelet reactivity and genotype testing in the prevention of atherothrombotic cardiovascular events remains unproven // *Circulation*. 2012. № 125. P. 1288–1303.
11. Spiliopoulos S., Pastromas G. Current status of high on-treatment platelet reactivity in patients with coronary or peripheral arterial disease: Mechanisms, evaluation and clinical implications // *World J. Cardiol*. 2015. № 7. P. 912–921.
12. Roffi M., Patrono C., Collet J.-P. et al. 2015 ESC Guidelines for the management of acute coronary syndromes in patients presenting without persistent ST-segment elevation // *Eur Heart J*. 2016. V. 37, № 3. P. 267–315.
13. O’Gara P.T., Kushner F.G., Ascheim D.D. et al. 2013 ACCF/AHA Guideline for the Management of STElevation Myocardial Infarction // *J Am Coll Cardiol*. 2013. V. 61, № 4. e78–140.
14. Ellis K.J., Stouffer G.A., McLeod H.L., Lee C.R. Clopidogrel pharmacogenomics and risk of inadequate platelet inhibition: US FDA recommendations // *Pharmacogenomics*. 2009. V. 10, № 11. P. 1799–1817.
15. Goluhova E.Z., Rjabina M.N. Modern aspects of antiplatelet therapy // *Kreativnaja Kardiologija*. 2013. № 1. P. 46–58. (In Russ.).
16. Sugimoto K., Uno T., Yamazaki H., Tateishi T. Limited frequency of the CYP2C19\*17 allele and its minor role in a Japanese population // *Br J Clin Pharmacol*. 2008. № 65. P. 437–439.
17. Sistonen J., Fuselli S., Palo J.U., Chauhan N., Padh H., Sajantila A. Pharmacogenetic variation at CYP2C9, CYP2C19, and CYP2D6 at global and microgeographic scales // *Pharmacogenet Genomics*. 2009. № 19. P. 170–179.
18. Rudberg I., Hermann M., Refsum H., Molden E. Serum concentrations of sertraline and N-desmethyl sertraline in relation to CYP2C19 genotype in psychiatric patients // *Eur J Clin Pharmacol*. 2008. № 64. P. 1181–1188.
19. Ohlsson Rosenborg S., Mwinyi J., Andersson M. et al. Kinetics of omeprazole and escitalopram in relation to the CYP2C19\*17 allele in healthy subjects // *Eur J*. 2008. № 4.
20. Rudberg I., Mohebi B., Hermann M., Refsum H., Molden E. Impact of the ultrarapid CYP2C19\*17 allele on serum concentration of escitalopram in psychiatric patients // *Clin Pharmacol Ther*. 2008. № 83. P. 322–327.
21. Theuretzbacher U., Ihle F., Derendorf H. Pharmacokinetic / pharmacodynamic profile of voriconazole // *Clin Pharmacokinet*. 2006. № 45. P. 649–663.
22. Wang G., Lei H.P., Li Z., Tan Z.R. et al. The CYP2C19 ultra-rapid metabolizer genotype influences the pharmacokinetics of voriconazole in healthy male volunteers // *Eur J Clin Pharmacol*. 2009. № 65. P. 281–285.
23. Suzuki T., Matsuo K., Sawaki A. et al. Influence of smoking and CYP2C19 genotypes on H. pylori eradication success // *Epidemiol Infect*. 2007. № 135. P. 171–176.
24. Kurzawski M., Gawronska-Szklarz B., Wrzesniewska J. et al. Effect of CYP2C19\*17 gene variant on Helicobacter pylori eradication in peptic ulcer patients // *Eur J Clin Pharmacol*. 2006. № 62. P. 877–880.
25. Savi P., Zachary J.L., Delesque-Touchard N. et al. The active metabolite of clopidogrel disrupts P2Y12 receptor oligomers and partitions them out of lipid rafts // *Proc Natl Acad Sci USA*. 2006. № 103. P. 11069–11074.
26. Lau W.C., Gurbel P.A. Antiplatelet drug resistance and drug–drug interactions: role of cytochrome P450 3A4 // *Pharm Res*. 2006. № 23. P. 2691–2708.
27. Hulot J.S., Bura A., Villard E. et al. Cytochrome P450 2C19 loss-of-function polymorphism is a major determinant of clopidogrel responsiveness in healthy subjects // *Blood*. 2006. № 1.
28. Kim K.A., Park P.W., Hong S.J., Park J.Y. The effect of CYP2C19 polymorphism on the pharmacokinetics and pharmacodynamics of clopidogrel: a possible mechanism for clopidogrel resistance // *Clin Pharmacol Ther*. 2008. № 84. P. 236–242.
29. Shuldiner A.R., O’Connell J.R., Bliden K.P. et al. Association of cytochrome P450 2C19 genotype with the antiplatelet effect and clinical efficacy of clopidogrel therapy // *JAMA*. 2009. № 302. P. 849–857.
30. Geisler T., Schaeffeler E., Dippon J. et al. CYP2C19 and nongenetic factors predict poor responsiveness to clopidogrel loading dose after coronary stent implantation // *Pharmacogenomics*. 2008. № 9. P. 1251–1259.
31. Kim I.S., Choi B.R., Jeong Y.H., Kwak C.H., Kim S. The CYP2C19\*2 and CYP2C19\*3 polymorphisms are associated with high post-treatment platelet reactivity in Asian patients with acute coronary syndrome // *J Thromb Haemost*. 2009. № 7. P. 897–899.
32. Schroth W., Antoniadou L., Fritz P. et al. Breast cancer treatment outcome with adjuvant tamoxifen relative to patient CYP2D6 and CYP2C19 genotypes // *J Clin Oncol*. 2007. № 25. P. 5187–5193.
33. Chen L., Qin S., Xie J. et al. Genetic polymorphism analysis of CYP2C19 in Chinese Han populations from different geographic areas of mainland China // *Pharmacogenomics*. 2008. № 9. P. 691–702.
34. Sugimoto K., Uno T., Yamazaki H., Tateishi T. Limited frequency of the CYP2C19\*17 allele and its minor role in a Japanese population // *Br J Clin Pharmacol*. 2008. № 65. P. 437–439.
35. Ragia G., Arvanitidis K.I., Tavidou A., Manolopoulos V.G. Need for reassessment of reported CYP2C19 allele frequencies in various populations in view of CYP2C19\*17 discovery: the case of Greece // *Pharmacogenomics*. 2009. № 10. P. 43–49.
36. Miura J., Obua C., Abbo C., Kaneko S., Tateishi T. Cytochrome P450 2C19 genetic polymorphisms in Ugandans // *Eur J Clin Pharmacol*. 2009. № 65. P. 319–320.
37. Kim W.-K., Song M.S., Kim K.-R., Park J.-Y. Assessment of CYP2C19 genetic polymorphisms in a Korean population using a simultaneous multiplex pyrosequencing method to simultaneously detect the CYP2C19\*2, CYP2C19\*3, and CYP2C19\*17 alleles // *J Clin Pharm Ther*. 2009. № 5.
38. Justenhoven C., Hamann U., Pierl C.B. et al. CYP2C19\*17 is associated with decreased breast cancer risk // *Breast Cancer Res Treat*. 2009. № 115. P. 391–396.
39. Maryam Payan, Nader Tajik, Mohammad Reza Rouini, Mohammad Hossein Ghahremani Genotype and allele frequency of CYP2C19\*17 in a healthy Iranian population // *Med J Islam Repub Iran*. 2015. № 29. P. 269.
40. Seyedabbas Mirabbasi, Koroush Khalighi, Yin Wu et al. CYP2C19 genetic variation and individualized clopidogrel prescription in a cardiology clinic // *Journal of community hospital internal medicine perspectives*. 2017. V. 7, № 3. P. 151–156.

## PREVALENCE OF CYP2C19 \* 17 GENE POLYMORPHISM IN PATIENTS AFTER PERCUTANEOUS CORONARY INTERVENTION: REVIEW

A. Kalimbetova, A. Toleuova, D. Tayzhanova, O. Visternichan, R. Bodaubay, A.T. Kurmanova

Karaganda Medical University

One of the key problems in the prevention of myocardial infarction thrombotic complications is the antiplatelet drugs effect, especially clopidogrel. The main influence to the platelets function have genetic features. Despite the large number of identified genetic markers, only the CYP2C19 gene polymorphism has the greatest evidence base. While a number of the CYP2C19 gene alleles prevalence and their functional features are well studied among the population, 17 alleles of the CYP2C19 gene are not well understood. This review examines the CYP2C19\* 17 polymorphism prevalence in response to clopidogrel usage in patients undergoing percutaneous coronary intervention.

**Keywords:** CYP2C19 \* 17, CYP2C19, myocardial infarction, clopidogrel, percutaneous coronary intervention, coronary stenting, bleeding, acute coronary syndrome, gene polymorphism, pharmacogenetics

## КЛИНИКО-ИНСТРУМЕНТАЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РОТАВИРУСНОЙ ИНФЕКЦИИ У ДЕТЕЙ В ГОРОДЕ САРАНСК

И.А. Афонина, Л.И. Дзюбич, Е.И. Науменко

МГУ им. Н.П. Огарева, г. Саранск

E-mail: irina.afonina07@yandex.ru

В статье представлены данные собственного исследования посвященные особенностям клинико – инструментальной характеристики ротавирусной инфекции у детей. Острые кишечные инфекции являются актуальной проблемой в современной педиатрии, т. к. занимают ведущее место в инфекционной патологии детского возраста. Исследование показало, что по результатам лабораторных и инструментальных исследований выявлены типичные изменения при ротавирусной инфекции у детей раннего возраста в анализе крови, а так же в копрограмме признаки лактазной и ферментной недостаточности.

*Ключевые слова:* заболеваемость, кишечная инфекция, ротавирусная инфекция, дети

Острые кишечные инфекции до настоящего времени занимают ведущее место в инфекционной патологии детского возраста, уступая по заболеваемости только острым респираторным инфекциям [1]. Ежегодно в мире от ротавирусной диареи умирают более 1 млн. детей грудного и раннего возраста, причем значительную часть из них (70%) составляют дети в возрасте младше 2 лет [3]. Поэтому вышеизложенное позволяет утверждать, что ротавирусная инфекция на современном этапе является актуальной проблемой педиатрии [5].

**Материалы и методы.**

Проведен ретроспективный анализ историй болезни детей (n=100), находившихся на стационарном лечении в ГБУЗ РМ «РИКБ» г. Саранск по поводу ротавирусной инфекции (РВИ) в возрасте от 1 до 6 лет. Для изучения клинических проявлений заболевания все дети были разделены на две группы: I гр. (n=65) дети раннего возраста, II гр. (n=35) дети дошкольного возраста.

**Результаты и обсуждение.**

В результате анализа данных выяснено, что в общем анализе крови (ОАК) при поступлении отмечались следующие изменения: лейкоцитоз у трети детей в I гр. (29,2%) и вдвое меньше во II гр. (14,3%); нейтрофилез наблюдался практически у половины детей обеих групп (I гр. – 47,7%, II гр. – 51,4%); лимфоцитоз отмечался в два раза чаще у детей I гр. (13,8%), чем во II группе (5,7%); ускорение скорости оседания эритроцитов (СОЭ) наблюдалось у подавляющего большинства детей обеих групп (I гр. – 89,2%, II гр. – 82,8%).

Общее количество лейкоцитов при поступлении в стационар варьировали от 12 до 20 \*10<sup>9</sup>/л. Средний

уровень лейкоцитов в I гр. составил 14,5\*10<sup>9</sup> /л и во II гр. несколько ниже – 13,6\*10<sup>9</sup> /л. Нейтрофилез максимально достигал 84% и среднее значение в группе детей раннего возраста (75,5%) превышает значение в группе дошкольников (73,1%). Максимальный цифры лимфоцитоза составили 72%, а среднее значение этого показателя в обеих группах примерно одинаковые: в I гр. – 69,3%, во II гр. – 68,9%. Максимальное увеличение показателей СОЭ у ряда больных достигало 28 мм/ч. Среднее значение увеличения СОЭ в I гр.(25±2мм/ч), что несколько выше, чем у детей II гр. (23±2 мм/ч).

На момент выписки из стационара у наблюдаемых зарегистрированы следующие изменения в ОАК: лейкопения отмечалась только у части детей раннего возраста (15,4%\*\*\*), во II гр. не наблюдалась; лимфоцитоз зарегистрирован почти у трети детей в I гр. (36,6%\*) и лишь у нескольких детей II гр. (8,6%\*\*\*); моноцитоз наблюдался у большей части детей I гр. (66,2%\*) и меньше половины у детей II гр. (42,9%\*) (табл. 1).

*Таблица 1*

Изменения в ОАК у детей с РВИ при выписке

Изменения в ОАК	I гр., n=65		II гр., n=35	
	n	%	n	%
Лейкопения	10	15,40***	0	0
Лимфоцитоз	24	36,60***	3	8,60***
Моноцитоз	43	66,20*	15	42,90*

\*- p≤0,05 ,\*\*\*- p≤0,001

Самые низкие цифры лейкоцитов 3,8\*10<sup>9</sup> /л отмечались у единичных детей раннего возраста (I гр.) при выписке. Максимальные цифры лимфоцитов – 70%, а моноцитов достигали 22%, отмечались у детей обеих групп.

В общем анализе мочи (ОАМ) при поступлении были выявлены следующие изменения: в I гр. – лейкоцитурия у 12 (18,5%) детей, глюкозурия у 5 (7,7%) детей, во II гр. – лейкоцитурия у 5 (14,3%) детей, глюкозурия у 1 (2,8%) ребенка. На фоне проводимой терапии показатели общего анализа мочи нормализовались.

В биохимическом анализе крови (БАК) было выявлено: увеличение С-реактивного белка (СРБ) у подавляющего большинства детей обеих групп (I гр. – у 86,2%, II гр. – у 74,3%; увеличение аспартатаминотрансферазы (АСТ) в I группе у 83,1%, во II группе – у 71,4%; увеличение аланинаминотрансферазы (АЛТ) в I гр. у 13,8%, во II гр. – у 8,6% (табл. 2).

*Таблица 2*

Изменения крови в БАК при поступлении у детей с РВИ

Показатель	I гр., n=65		II гр., n=35	
	n	%	n	%
Увеличение СРБ	56	86,20	26	74,30
Увеличение АСТ	54	83,10	25	71,40
Увеличение АЛТ	9	13,80	3	8,60

Значения С-реактивного белка колеблются от 8 до 118 мг/л. Среднее значение в I гр. равно 63 мг/л, во II гр. – 58 мг/л. Уровень АСТ варьировал от 25 до 173 ЕД/л. Среднее значение в I гр. – 79 ЕД/л, во II гр. – 64 ЕД/л. Показатель АЛТ изменялся от 41 до 80 ЕД/л. Среднее значение в I гр. – 51 ЕД/л, во II гр. – 49 ЕД/л. На фоне проводимой терапии все показатели биохимического анализа крови к моменту выписки из стационара нормализовались.

В копрограмме были выявлены следующие изменения: сдвиг pH кала кислую сторону наблюдался у большей части детей раннего возраста (75,4%) и более чем у половины детей дошкольного возраста (65,7%). Почти у половины детей I гр. обнаружены зерна крахмала (47,7%), а во II гр. несколько меньше (40%); почти у половины детей раннего возраста обнаружена непереваренная клетчатка (56,9%) и непереваренные мышечные волокна (50,7%). У детей дошкольного возраста эти изменения отмечены почти у трети детей (37,1% и 31,4% соответственно); мыла (53,8%\*) и нейтральный жир (52,1%\*) так же отмечались в половине случаев I гр., и в два раза меньше в II гр. сравнения (соответственно 25,7%\* и 27,4%\*).

У всех детей проведена диагностика РВИ методом иммуноферментного анализа (ИФА). У 100% детей вирус был обнаружен.

По данным УЗИ органов брюшной полости и почек установлено: в I гр выявлены: гепатомегалия – у 12,3%, реактивный гепатит – 4,6%, реакция сосудов печени у 7,7%, реактивный панкреатит – у 4,6%, изменения в желчном пузыре – у 3,1%; во II гр. выявлены гепатомегалия – 2,8%, реакция сосудов печени у 14,3%, реактивный панкреатит – у 11,4%, изменения в желчном пузыре – у 8,6%.

Заключение. Таким образом, по результатам лабораторных и инструментальных исследований выявлены типичные изменения при ротавирусной инфекции у детей раннего возраста: в ОАК в острый период – лейкоцитоз (29,20%), нейтрофилез (47,70%), ускорение СОЭ (89,20%), при выписке из стационара – лейкопения (15,40%), лимфоцитоз (36,60%), моноцитоз (66,20%); в БАК – увеличение СРБ (86,2%), АСТ (83,1%), АЛТ (13,8%); в копрограмме признаки лактазной и ферментной недостаточности. Методом ИФА в кале у 100% обнаружены АТ к ротавирусам.

#### Литература:

1. Бахтояров Г. Н. Молекулярно-генетическая характеристика штаммов ротавирусов группы А, циркулирующих в Московском регионе: Дисс... канд. мед. н. 2016.
2. Безроднова С.М., Гунченко О.В., Алиева Е.В. Клиническая характеристика ротавирусной инфекции в зависимости от возраста // Фундаментальные исследования. 2013. № 9-4. С. 586-590.
3. Белан Ю.Б., Полянская Н.А., Лобова Е.Ф. Катамнестическое наблюдение за детьми с микст-вариантом ротавирусной инфекции // Актуальная инфектология. 2015. № 4. С. 120 -127.
4. Бобровицкая А.И., Голубова Т.Ф., Беломеря Т.А. и др. Некоторые клинико-эпидемиологические аспекты ротавирусной инфекции на современном этапе // Актуальная инфектология. 2013. № 1. С. 104-113.

5. Кудрявцев В.В., Миндлина А.Я., Герасимов А.Н. и др. Распространенность и основные проявления заболеваемости ротавирусной инфекцией в различных регионах мира // Педиатрическая фармакология. 2013. № 12. С. 36-41.
6. Гречуха Т.А., Ткаченко Н.Е., Намазова-Баранова Л.С. Новые возможности профилактики инфекционных заболеваний. Вакцинация от ротавирусной инфекции // Педиатрическая фармакология. 2013. № 6 (10). С. 6-9.
7. Духовлинов И.В., Богомолова Е.Г., Федорова Е.А., Симбирцев А.С. Генетические и антигенные варианты ротавируса человека, циркулирующие на Европейской территории России // Инфекция и иммунитет. 2014. № 3. С. 229-234.
8. Кудрявцев В.В., Миндлина А.Я., Герасимов А.Н., и др. Распространенность и основные проявления заболеваемости ротавирусной инфекцией в различных регионах мира // Педиатрическая фармакология. 2013. № 12. С. 36-41.
9. Мальшев Н. А., Евдокимова А. И. Ротавирусная инфекция у детей: особенности иммунного ответа и опыт применения нового реализ-активного препарата // Медицинский совет. 2016. № 7. С. 91-99.
10. Маянский Н.А., Маянский А.Н., Куличенко Т.В. Ротавирусная инфекция: эпидемиология, патология, вакцинопрофилактика // Вестник РАМН. 2015. № 1. С. 47-54.

### CLINICO - INSTRUMENTAL CHARACTERISTICS OF ROTAVIRAL INFECTION IN CHILDREN IN SARANSK

I.A. Afonina, L.I. Dzyubich, E.I. Naumenko

MSU. N.P. Ogareva, Saransk, Russia

The article presents the data of its own research on the features of the clinical and instrumental characteristics of rotavirus infection in children. Acute intestinal infections are a topical issue in modern pediatrics, since they occupy a leading place in the infectious pathology of childhood. The study showed that the results of laboratory and instrumental studies revealed typical changes in rotavirus infection in young children in a blood test, as well as in the coprogram, signs of lactase and enzyme deficiency.

*Keywords:* morbidity, intestinal infection, rotavirus infection, children

### ПРОТЕИН-ИНДУЦИРОВАННЫЙ КОЛИТ У ДЕТЕЙ ПЕРВОГО ГОДА ЖИЗНИ

A.A. Kiseleva, S.B. Garina

МГУ им. Н.П. Огарёва, г. Саранск

E-mail: a\_kiseleva96@mail.ru

В статье представлены результаты ретроспективного анализа 45 историй болезни детей, находившихся на стационарном лечении в ДРКБ г. Саранска, в отделении патологии новорождённых и детей раннего возраста, с диагнозом «Протеин-индуцированный колит», в период с 2014 по 2018 г. Мальчиков было 27, девочек – 18. Установлено, что протеин-индуцированный колит (ПИК) диагностировался наиболее часто (63%) у детей от 0 до 3 месяцев жизни, находящихся на естественном вскармливании (51%). В большинстве случаев (45%) длительность заболевания составляла от 0 до 3 дней от начала заболевания. Наиболее частой жалобой при поступлении (89%) было наличие крови в каловых массах у ребёнка. Всем матерям пациентов, находящихся на грудном вскармливании, была назначена элиминационная диета (исключение продуктов, содержащих БКМ). Пятерых детей перевели с грудно-



го вскармливания на смесь (3 – «Нутрилон ПГ», 2 – «Альфаре»). Все дети на искусственном и смешанном вскармливании были переведены на смеси гидролизаты.

**Ключевые слова:** протеин-индуцированный колит, аллергия к белкам коровьего молока, дети, клиника, диагностика, лечение

В последние годы в мире отмечается рост распространенности пищевой аллергии и патологических состояний, связанных с нарушением толерантности к пище. По данным эпидемиологических исследований пищевая аллергия регистрируется у 6–8% детей [2]. Пик заболеваемости аллергией к белкам коровьего молока (БКМ) приходится на первый год жизни, составляя 2–3% среди грудных детей [4]. По данным Всемирной аллергологической организации, БКМ вместе с белками куриных яиц являются важнейшим триггером пищевой аллергии у детей грудного и раннего возраста [5]. Для практикующего врача диагностика и лечение аллергических заболеваний у детей первого года жизни представляются весьма сложной задачей.

ПИК – это не IgE-опосредованное заболевание, вызванное иммунным ответом против пищевых белков, характеризующееся наличием слизи и/или крови в стуле у внешне здорового младенца, встречается у детей первого года жизни.

По данным зарубежных авторов [3], у детей раннего возраста пищевую аллергию чаще вызывает: молоко, яйцо, арахис, лесной орех, рыба, морепродукты.

Данные отечественных исследователей [1], показывают, что у детей первого года жизни, страдающих пищевой аллергией, наиболее часто выявляется гиперчувствительность к: белкам коровьего молока (85%), куриного яйца (62%), глютену (53%), белкам банана (51%), риса (50%). Реже встречается сенсibilизация к белкам гречи (27%), картофеля

(26%), сои (26%), ещё реже к белкам кукурузы (12%), различных видов мяса (0 – 3%).

**Цель исследования:** изучить особенности ПИК у детей Республики Мордовия (по данным ГБУЗ РМ ДРКБ).

**Материал и методы:** проведен ретроспективный анализ историй болезни 45-ти детей, находившихся на стационарном лечении в ДРКБ г.Саранска, в отделении патологии новорожденных и детей раннего возраста с диагнозом «Протеин-индуцированный колит», в период с 2014 по 2018 год. Проанализированы жалобы, анамнез заболевания, анамнез жизни, данные объективного осмотра и лабораторно-инструментального обследования.

**Результаты:** в результате ретроспективного анализа историй болезни установлено, что из 45 детей, включённых в исследование, 27 мальчиков и 18 девочек. Чаще всего ПИК встречался у детей с рождения до 3 месяцев жизни, проживающих в г. Саранск. Но встречались дети из районов РМ – 33% и иногородние – 5%.

Самая частая жалоба – наличие крови в каловых массах ребёнка, встречалась у 89% детей. Другие жалобы (беспокойство, срыгивания, слизь в стуле, разжижение и учащение стула, вялость, и др.) – встречались гораздо реже.

У 45% детей длительность заболевания составляла от 0 до 3 дней. Но у 36% длительность заболевания составляла от 1 недели до 3 месяцев.

Из анамнеза жизни было выяснено, что дети с ПИК чаще были от первой беременности – 47%. У 22% женщин беременность протекала на фоне анемии, 20% – угрозы прерывания беременности, 16% – ОРЗ, 15% – токсикоза, реже – кольпита, нарушения плацентарного кровообращения, гестоза, хронического пиелонефрита. Половина (51%) детей с ПИК находились на естественном, 31% – на искусственном и 18% – на смешанном вскармливании.

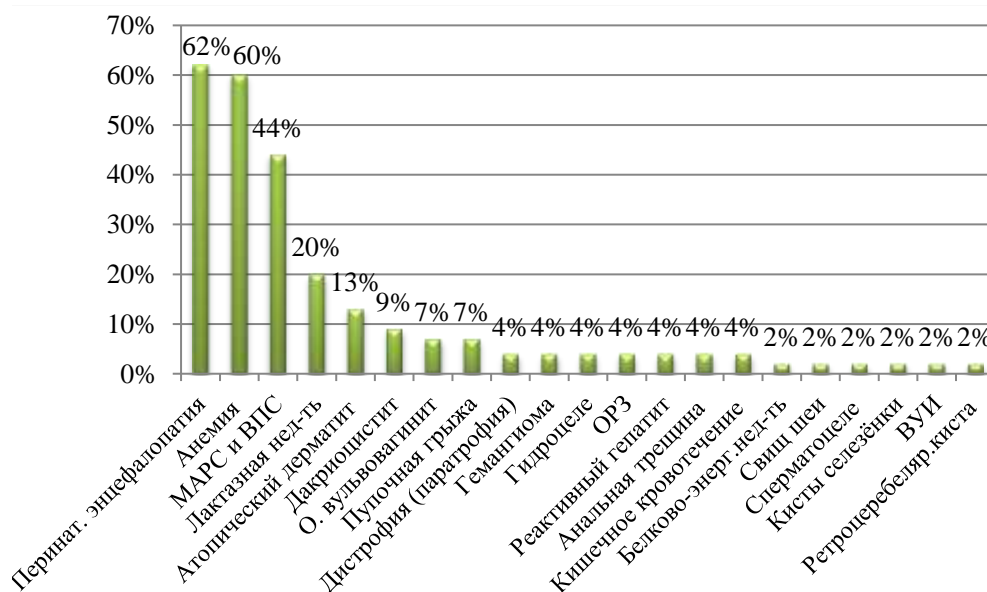


Рис. 1. Сопутствующая патология.

ПИК встречался при использовании различных смесей, но чаще на смеси «NAN». Скорее всего, это связано с тем, что данная смесь нередко назначается педиатром, и используется в питании детей.

У всех детей имелась сопутствующая патология. У 62% детей ПИК сочетался с перинатальной энцефалопатией, у 60% – с анемией, у 44% – с малыми аномалиями развития сердца и врожденными пороками сердца, у 20% – с лактазной недостаточностью, у 13% – с атопическим дерматитом. Реже с другой патологией (рис. 1).

У 56% детей была выявлена анемия лёгкой степени тяжести, у 4% – анемия средней степени тяжести. Почти у половины детей (47%) анализ кала на скрытую кровь был положительным, у 15% детей – отрицательный. У 38% детей данный анализ не проводился.

Генетический анализ на лактазную недостаточность у 80% детей был в норме, у 11% детей выявлена транзиторная лактазная недостаточность и у 9% – первичная лактазная недостаточность.

При фиброколоноскопии у 42% детей был выявлен нодулярный колит, у 37% – эрозивный колит, в 18% случаев данное исследование не проводилось и у 2% детей – патологии не выявлено.

При ультразвуковом исследовании органов брюшной полости и почек у 59% детей не обнаружено никакой патологии, у 20% – увеличение и/или деформация желчного пузыря, у 11% – реактивные изменения печени и/или селезёнки.

Всем матерям пациентов, находящихся на грудном вскармливании, была назначена элиминационная диета (исключение продуктов, содержащих БКМ). Пятерых детей перевели с грудного вскармливания на смесь (3 – «Нутрилон ПГ», 2 – «Альфаре»). Все дети на искусственном и смешанном вскармливании были переведены на смеси гидролизаты. Кроме этого, у 82% детей применялись гемостатические препараты, у 76% – ферменты, у 42% – десенсибилизирующие средства, у 38% – сорбенты, у 33% – эубиотики, у 18% – средства, стимулирующие репаративные процессы в коже и слизистых (свечи с облепиховым маслом), у 13% – противорвотные средства. У 76% детей применялись антибактериальные, противогрибковые и антипротозойные средства, в большинстве случаев не обоснованно, так как эти средства не входят в клинические рекомендации по оказанию помощи детям с пищевой аллергией.

Выводы:

1. Протеин-индуцированный колит в нашей республике чаще встречается у детей, находящихся на естественном вскармливании.

2. Нет чёткой связи с приёмом определённой смеси.

3. Самая частая жалоба – наличие крови в стуле ребёнка.

4. Чаще пациенты поступают в стационар в первые 3 дня от начала заболевания.

5. У большинства детей протеин - индуцированный колит сопровождается анемией лёгкой степени тяжести.

6. При проведении фиброколоноскопии выявляется нодулярный или эрозивный колит.

7. Большому количеству детей назначается необоснованная антибактериальная терапия.

Литература:

1. Боровик Т.Э., Ревякина В.А., Макарова С.Г. Диетотерапия при пищевой аллергии у детей раннего возраста // Российский аллергологический журнал. 2005. Прил. № 1. 28 с.
2. Диагностика и лечение аллергии к белкам коровьего молока у детей грудного и раннего возраста: практические рекомендации / Союз педиатров России и др. Под ред. А.А. Баранова и др. М.: ПедиатрЪ, 2014. 48 с.
3. Новик Г.А., Ткаченко М.А. Гастроинтестинальные проявления пищевой аллергии у детей // Лечащий врач. 2012. № 1. С. 16-25.
4. Diagnostic Approach and Management of Cow's-Milk Protein Allergy in Infants and Children: ESPGHAN GI Committee Practical Guidelines // J. of Pediatric Gastroenterology and Nutrition. 2012. V. 55, № 2. P. 221-229.
5. Diagnosis and Rationale for Action against Cow's Milk Allergy (DRACMA) guidelines // World Allergy Organization Journal. 2010. V. 3, № 4. P. 57-161.

## THE PROTEIN-INDUCED COLITIS AT CHILDREN OF THE FIRST YEAR OF LIFE

A.A. Kiseleva, S.V. Garina

Ogarev Mordovia State University, Saransk, Russia

In article results of the retrospective analysis of 45 case histories of the children who were on hospital treatment in DRKB of Saransk, in department of pathology of newborns and children of early age with the diagnosis "The protein-induced colitis", are provided to the period from 2014 to 2018. There were 27 boys, girls – 18. It is established that the protein-induced colitis (PIC) was diagnosed most often (63%) for children from 0 to 3 months of life which are on natural feeding (51%). In most cases (45%) duration of a disease was from 0 to 3 days from the beginning of a disease. The most frequent complaint at receipt (89%) the child had an availability of blood in stool. To all mothers of the patients who are on breastfeeding the eliminative diet (an exception of the products containing BKM) was appointed. Five children were transferred from breastfeeding on mix (3 – "PG Nutrilon", 2 – Alfare). All children on the artificial and mixed feeding were transferred to mixes hydrolyzates.

*Keywords:* a protein – the induced colitis, an allergy to proteins of cow's milk, children, clinic, diagnostics, treatment

## АЛКОГОЛЬ КАК ФАКТОР ГЕНДЕРНОГО ГРАДИЕНТА ОЖИДАЕМОЙ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ ЖИЗНИ ГОРОДСКОГО И СЕЛЬСКОГО НАСЕЛЕНИЯ БЕЛАРУСИ

Ю.Е. Разводовский

Гродненский ГМУ, г. Гродно, Беларусь

В Беларуси уровень связанных с алкоголем проблем среди сельского населения существенно выше, чем среди городского населения. Цель исследования: изучение связи между алкогольными проблемами и разницей ОПЖ (ожидаемая продолжительность жизни) городско-

го и сельского населения Беларуси. В сравнительном аспекте изучена динамика уровня смертности от острого алкогольного отравления (независимая переменная) и динамика разницы ОПЖ городского и сельского населения (зависимая переменная) в период с 1970 по 2015 гг. В рассматриваемый период разница ОПЖ городского и сельского населения выросла для мужчин на 4,4 года (с 0,3 до 4,7 года), а для женщин на 4,1 года (с -1 до 3,1 года). Согласно результатам корреляционного анализа Спирмана уровень смертности от острого алкогольного отравления тесно связан с разницей ОПЖ городских и сельских мужчин ( $r=0,86$ ;  $p<0,000$ ), а также с разницей ОПЖ городских и сельских и женщин ( $r=0,88$ ;  $p<0,000$ ). Результаты настоящего исследования указывают на алкоголь как один из факторкий роста разницы ОПЖ городского и сельского населения Беларуси.

*Ключевые слова:* ожидаемая продолжительность жизни, алкогольные проблемы, сельское и городское население, Беларусь

Демографическая ситуация в Беларуси продолжает оставаться сложной. В 1993 г. в Беларуси начался процесс депопуляции, т.е. уменьшение численности населения за счет роста уровня смертности и снижения рождаемости [1]. Современный демографический кризис в особенности затронул сельское население. Анализ демографической ситуации в сельской местности позволяет говорить о «вымирании» деревни [2]. За период с 1960 по 2017 гг. численность сельского населения сократилась в 2,6 раза (с 68,0% до 22,1% от общей численности населения). В период с 1960 по 2016 уровень рождаемости в сельской местности снизился в 1,9 раза (с 24,3 до 12,7 на 100 тыс. населения), в то время как уровень общей смертности вырос в 3 раза (с 7,2 до 21,6 на 100 тыс. населения). Отставание села от города в социально-демографическом отношении продолжает увеличиваться [1].

В ряде исследований было убедительно показано, что основным виновником вымирания деревни является алкоголь [3, 4]. В работах, посвященных изучению особенностей алкоголизации сельского населения, был показан высокий уровень связанных с алкоголем проблем среди жителей деревень [5-7]. Причем, с удалением от районных центров возрастает удельный вес лиц, страдающих алкогольной зависимостью, а также растет распространенность алкоголизма среди женщин [6]. Разрушение патриархального уклада жизни в деревне, отказ от традиций, ограничивающих употребление алкоголя, низкий социальный контроль, низкий уровень антиалкогольной профилактики, феномен «замкнутого круга», когда уволенный за пьянство работник ввиду нехватки рабочей силы быстро находит работу, обуславливает массовый характер пьянства в деревне [2, 8]. Высокий уровень алкоголизации сельского населения опосредует высокий уровень связанной с алкоголем смертности. Так, уровень смертности от хронического алкоголизма среди сельского населения в 1,8 раза (среди насе-

ния трудоспособного возраста в 2,3 раза) выше, чем среди городского, а уровень смертности от острого алкогольного отравления среди сельского населения в 2 раза (среди населения трудоспособного возраста в 2,7 раза) выше, чем среди городского [5]. Связанная с алкоголем смертность занимает значительный удельный вес в структуре общей смертности сельского населения [9].

Цель исследования: изучение связи между алкогольными проблемами и разницей ОПЖ городского и сельского населения Беларуси.

Материалы и методы.

В сравнительном аспекте изучена динамика уровня смертности от острого алкогольного отравления (независимая переменная) и динамика разницы ОПЖ городского и сельского населения (зависимая переменная) в период с 1970 по 2015 гг. Данные уровни смертности от острого алкогольного отравления и ОПЖ получены из ежегодных отчетов Министерства статистики и анализа Беларуси. Уровень смертности от острого алкогольного отравления является одним из наиболее надежных косвенных индикаторов уровня связанных с алкоголем проблем [9, 10]. Потенциальным методологическим ограничением данного исследования является использование общего уровня смертности от алкогольного отравления для городского и сельского населения.

Для оценки и удаления тренда из временного ряда использовался метод простых разностных операторов, суть которого заключается в переходе от исходного ряда к ряду разностей соседних значений ряда [10]. Статистическая обработка данных (описательная статистика, корреляционный анализ Спирмана) проводилась с помощью программного пакета «Statistica 12. StatSoft».

Результаты исследования:

В период с 1970 по 2015 гг. разница ОПЖ городского и сельского населения выросла для мужчин на 4,4 года (с 0,3 до 4,7 года), а для женщин на 4,1 года (с -1 до 3,1 года).

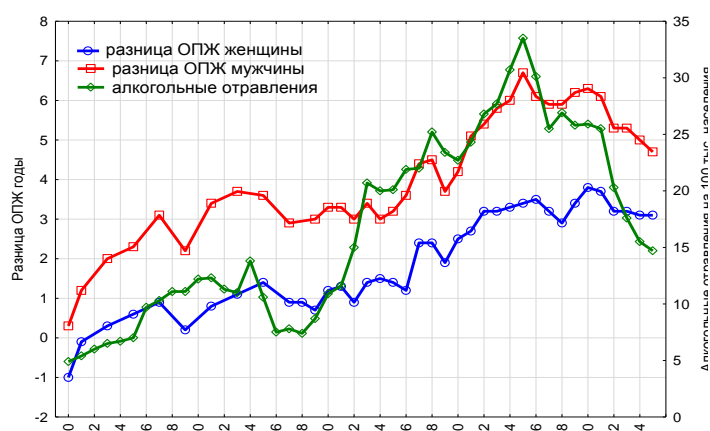


Рис. 1. Динамика уровня смертности от острых алкогольных отравлений и разницы ОПЖ городских и сельских мужчин и женщин.

В среднем за весь рассматриваемый период разница ОПЖ городских и сельских мужчин составила  $4,1 \pm 1,6$ , в то время как разница ОПЖ городских и сельских женщин составила  $1,9 \pm 1,3$ .

Графические данные, представленные на рис. 1 свидетельствуют о линейном росте разницы ОПЖ городского и сельского населения практически на протяжении всего рассматриваемого периода. Разница ОПЖ городских и сельских мужчин росла вплоть до 2005 г., достигнув своего пика (6,7 года), после чего стала снижаться. Рост разницы ОПЖ городских и сельских женщин продолжался вплоть до 2010 г., достигнув максимального уровня за весь рассматриваемый период (3,8 года), после чего данный показатель стал снижаться. Линейный тренд роста разницы ОПЖ городского и сельского населения прерывался короткими периодами снижения: в конце 1970-х гг., в середине 1980-х гг., в конце 1990-х гг. В середине 1980-х гг. уменьшение разницы ОПЖ городского и сельского населения произошло за счет более значительного прироста ОПЖ сельского населения. Так, в период с 1984 по 1987 гг. ОПЖ городских и сельских мужчин увеличилась соответственно на 0,9 и 1,7 года, а ОПЖ городских и сельских женщин увеличилась соответственно на 0,1 и 0,3 года.

Визуальный анализ данных свидетельствует о схожей динамике разницы ОПЖ городских и сельских жителей и уровня смертности от острого алкогольного отравления. Согласно результатам корреляционного анализа Спирмана уровень смертности от острого алкогольного отравления тесно связан с разницей ОПЖ городских и сельских мужчин ( $r=0,86$ ;  $p<0,000$ ), а также с разницей ОПЖ городских и сельских и женщин ( $r=0,88$ ;  $p<0,000$ ). Кросс-корреляционный анализ преобразованных временных рядов после удаления тренда выявил существование статистически значимой положительной связи между смертностью от алкогольного отравления и разницей ОПЖ городских и сельских мужчин на первом лаге ( $r=0,50$ ;  $SE=0,149$ ). Связь между уровнем смертности от острого алкогольного отравления и разницей ОПЖ городских и сельских женщин также положительная, хотя она статистически не значима ( $r=0,26$ ;  $SE=0,149$ ).

#### Обсуждение результатов.

Практически линейный рост разницы ОПЖ городского и сельского населения на протяжении рассматриваемого периода указывает на накопительный характер эффекта негативных факторов, ответственных за ухудшение показателей здоровья сельского населения. Причем, влияние этих факторов в определенные периоды снижалось, что приводило к снижению разницы ОПЖ городского и сельского населения. Предположительно, одним из таких факторов является алкоголь, уровень потребления которого на протяжении рассматриваемого периода значительно колебался. Косвенным подтверждени-

ем этой гипотезы является снижение разницы ОПЖ городского и сельского населения в середине 1980-х гг., которое соотносится с резким снижением доступности алкоголя в период антиалкогольной кампании [5]. Тот факт, что в середине 1980-х гг. наибольший прирост ОПЖ отмечался среди сельских мужчин говорит о том, что, во-первых: уровень алкогольных проблем наиболее высок среди сельских мужчин; во-вторых: неучтенный алкоголь не смог компенсировать снижение уровня продажи алкоголя государственной торговлей.

Существенное снижение разницы ОПЖ городского и сельского населения в последние пять лет рассматриваемого периода, в значительной степени, объясняется снижением экономической доступности алкоголя вследствие роста акцизов [12, 13]. Выявленный saniрующий эффект в плане снижения уровня алкогольных проблем сыграло снижение производства и продажи крепленых плодово-ягодных вин, пользующихся популярностью среди сельских жителей [14].

Эмпирические предпосылки относительно ведущей роли алкоголя в существенном росте разницы ОПЖ городского и сельского населения на протяжении рассматриваемого периода подтверждаются результатами анализа временных серий, показавших наличие положительной связи между уровнем фатальных алкогольных отравлений и разницей ОПЖ городского и сельского населения на популяционном уровне. При этом следует обратить внимание на то обстоятельство, что сила связи между уровнем фатальных алкогольных отравлений и разницей ОПЖ городского и сельского населения была более выражена у мужчин. Данный факт является дополнительным свидетельством в пользу алкогольной гипотезы, поскольку уровень потребления алкоголя среди сельских мужчин значительно выше, чем среди женщин. Согласно результатам анонимного опроса, сельские мужчины и женщины выпивают соответственно 21,4 и 11,6 литра алкоголя (в пересчете на 100% алкоголь) в год [6]. При этом 57% мужчин и 29,2% женщин признали наличие похмельного синдрома, который является одним из основных диагностических признаков алкогольной зависимости [6].

Выводы: Результаты настоящего исследования указывают на алкоголь как один из факторов роста разницы ОПЖ городского и сельского населения Беларуси. Представленные данные говорят о том, что ограничение физической и экономической доступности алкоголя является необходимым условием улучшения здоровья сельского населения.

#### Литература:

1. Национальный статистический комитет Республики Беларусь. Социальное положение и уровень жизни населения Республики Беларусь. Статистический сборник. Минск. 2017.

2. Гулицкая Н.И., Ломать Л.Н. Медико-демографические проблемы здоровья сельского населения Республики Беларусь // Вопросы организации и информатизации здравоохранения. 2006. № 1. С. 27-32.
3. Разводовский Ю.Е. Анализ структуры смертности городского и сельского населения Республики Беларусь // Проблемы социальной гигиены, здравоохранения и истории медицины. 2004. № 1. С. 78-80.
4. Разводовский Ю.Е. Заболеваемость алкогольными психозами среди городского и сельского населения Беларуси // Психиатрия, психотерапия и клиническая психология. 2011. № 3. С. 34-38.
5. Разводовский Ю.Е. Продажа алкоголя и смертность городского и сельского населения Беларуси // Вопросы организации и информатизации здравоохранения. 2009. № 3. С. 45-50.
6. Разводовский Ю.Е. Распространенность потребления алкоголя и его суррогатов среди населения Гродненской области // Вопросы организации и информатизации здравоохранения. 2014. № 2. С. 57-61.
7. Разводовский Ю.Е. Сравнительный анализ уровня смертности городского и сельского населения Беларуси // Вопросы организации и информатизации здравоохранения. 2008. № 1. С. 72-76.
8. Миронова Н.В. Современная биопсихосоциальная модель алкоголизма // Академический журнал Западной Сибири. 2015. Т. 11, № 1. С. 41-44.
9. Stickle A., Razvodovsky Y.E. Alcohol poisoning in Belarus: a comparison of urban-rural trends. *Alcohol & Alcoholism*. 2009. № 44 (3). С. 326-331.
10. Разводовский Ю.Е. Алкогольные отравления и гендерный градиент ожидаемой продолжительности жизни в Беларуси // Девянтология. 2017. Т. 1, № 1. С. 21-26.
11. Box G.E.P., Jenkins G.M. *Time Series Analysis: forecasting and control*. London. Holden-Day Inc. 1976.
12. Разводовский Ю.Е. Алкогольная ситуация в Беларуси в контексте алкогольной политики // Вопросы организации и информатизации здравоохранения. 2016. № 1. С. 35-42.
13. Разводовский Ю.Е., Смирнов В.Ю. Прогнозирование уровня общей смертности в Беларуси // Научный форум. Сибирь. 2017. Т. 3, № 2. С. 42-45.
14. Разводовский Ю.Е. Медико-социальные корреляты потребления самогона // Наркология. 2016. № 3. С. 31-35.

#### ALCOHOL AS A FACTOR OF GENDER GAP IN LIFE EXPECTANCY AT BIRTH AMONG RURAL AND URBAN POPULATION OF BELARUS

*Y.E. Razvodovsky*

Grodno State Medical University, Grodno, Belarus

In Belarus, the level of alcohol-related problems is much higher among rural population in comparison to urban population. The aim of this study was to investigate the relationship between alcohol-related problems and gender gap in life expectancy at birth among urban and rural population of Belarus. The trends in fatal alcohol poisonings and gender gap in life expectancy at birth among urban and rural population of Belarus between 1970 and 2015 were compared. In the period under consideration the gender gap in life expectancy at birth among urban and rural population has increased for males for 4.4 years (from 0.3 to 4.7 years) and for females for 4.1 years (from 0.1 to 3.1 years). The results of Spearman correlation analysis suggests positive relationship between fatal alcohol poisonings and gender gap in life expectancy at birth among urban and rural population for males ( $r=0,86$ ;  $p<0,000$ ), and females ( $r=0,88$ ;  $p<0,000$ ). The results of this study points to alcohol as one of the factor of grows in the gender gap in life expectancy at birth among urban and rural population in Belarus.

*Keywords:* life expectancy at birth, alcohol-related problems, rural and urban population, Belarus

#### ЭФФЕКТИВНОСТЬ КОМПЛЕКСНОЙ ПРОГРАММЫ РЕАБИЛИТАЦИИ В РАННЕМ ВОССТАНОВИТЕЛЬНОМ ПЕРИОДЕ ПОСЛЕ МИКРОДИСКЭКТОМИИ НА ПОЯСНИЧНОМ ОТДЕЛЕ ПОЗВОНОЧНИКА

*Ш.С. Муратбекова, Н.И. Турсынов*

Медицинский университет Караганды, г.Караганда

E-mail: MuratbekovaS@kgmu.kz

Статья посвящена изучению эффективности комплексной программы реабилитации в раннем восстановительном периоде после микродискэктомии на поясничном отделе позвоночника. В ходе исследования был проведен обзор имеющейся литературы по проблеме, изучены клинические особенности пациентов на момент поступления в отделение реабилитации, разработан информационный буклет с инструкциями по рекомендованному двигательному режиму, проанализированы результаты проведенного восстановительного лечения. Результаты. В обеих группах наблюдалось значительное улучшение по сравнению с исходным уровнем ( $p<0,05$ ). В основной группе динамика обратного развития вертебро-неврологических и психологических нарушений, качества жизни была более выраженной, однако в течение 6 месяцев после операции уровень инвалидизации существенно не отличался.

*Ключевые слова:* Грыжа межпозвонокового диска, микродискэктомия, восстановительное лечение, реабилитация

Операции при грыжах поясничного отдела позвоночника – наиболее частая патология в нейрохирургии. В США ежегодно проводится более 200 тысяч, а в Германии – 20 тысяч вмешательств. В Казахстане около 5,41% всего населения поражены этой патологией, в структуре инвалидности осложненная патология позвоночника занимает 8-10%. [3]. Однако успешно выполненное оперативное вмешательство – лишь первый этап в программе лечения пациентов с вертеброгенной патологией, дальнейшее восстановление напрямую зависит от проводимых в раннем восстановительном периоде реабилитационных мероприятий. Существует много доказательств эффективности реабилитационного лечения после микродискэктомии. Однако в клинической практике наблюдаются значительные различия в содержании, продолжительности и интенсивности восстановительных программ. Кокрейновский систематический обзор 2015 года выявил отсутствие доказательств высокого или умеренного качества в области восстановительного лечения после микродискэктомии. Соответственно не существуют твердых выводов относительно их эффективности, и четких рекомендаций для клинической практики. Никакие данные не свидетельствуют о том, что активные программы реабилитации увеличивают скорость повторной терапии или что паци-

енты должны ограничить свою деятельность после операции на поясничном диске [2].

Важность письменного обучения пациентов как неотъемлемого компонента послеоперационной реабилитации возрастает. Это указывает на необходимость разработки учебного буклета с рекомендациями для пациентов по двигательному режиму [1].

Цель работы: оценить эффективность комплексной программы реабилитации в раннем восстановительном периоде после микродискэктомии на поясничном отделе позвоночника.

Материалы и методы.

В исследование включено 86 пациентов после микродискэктомии, проходивших лечение в отделении продолженной реабилитации КГП ОЦТиО им Макажанова. Все исследуемые были случайным образом разделены на две группы: контрольную (КГ n=40) и основную (ОГ n=46). Все пациенты имели схожие нарушения и функциональные ограничения.

В основной группе в раннем послеоперационном периоде проводилась восстановительная терапия по протоколам диагностики и лечения РК и был выдан образовательный буклет с инструкциями по двигательному режиму, проведено обучение безопасному двигательному паттерну. В группе сравнения проводилось реабилитационное лечение согласно протоколам диагностики и лечения РК. Средний возраст ОГ составляет 43,4±13,9 лет, КГ – 47,6±11,8 года. Средняя продолжительность пребывания для ОГ составляет 14,2±0,9; для КГ – 14,0±1,2 дня. Не было никаких существенных различий в возрасте и продолжительности пребывания в стационаре в обеих группах.

Всем пациентам до и после лечения был проведен стандартный неврологический осмотр по 4-

бальной шкале оценки клинических признаков, а также с использованием Визуальной Аналоговой Шкалы боли (ВАШ), исследование качества жизни по анкете Освестри, астенического состояния по шкале Л.Д. Малковой, уровней реактивной и личностной тревожности по шкале Ч.Д. Спилбергера, степени кинезиофобии по шкале Тампа. Уровень инвалидизации оценивался через 6 месяцев после операции.

Статистический анализ был выполнен с использованием пакета прикладных программ STATISTICA 8.0 и Microsoft Excel 2016. С целью обработки информации применялись описательная статистика, графический анализ гистограмм, сравнение групп с использованием критериев Манна-Уитни, Уилкоксона и  $\chi^2$ . Статистическая значимость была установлена на уровне  $p=0,05$ .

Результаты и обсуждение.

Существенных различий в исходных характеристиках групп не обнаружено ( $p$ -уровень критерия Манна-Уитни  $>0,05$ ). Во всех тестах наблюдалось значительное улучшение по сравнению с исходным уровнем в двух группах ( $p$ -уровень критерия Уилкоксона  $<0,05$ ), (табл. 1,2).

При поступлении на восстановительное лечение отмечалась высокая степень вертебро - неврологических нарушений в обеих группах по 4-х бальной шкале клинических признаков. На момент выписки из стационара отмечалась значительная положительная динамика показателей, более выраженная в основной группе.

На момент начала лечения восстановительного лечения, пациенты обеих групп испытывали умеренные нарушения качества жизни, высокий уровень тревожности, слабую астению, высокий уровень кинезиофобии.

Таблица 1

Шкала оценки клинических признаков до и после лечения, M±σ

Показатели	До лечения		После лечения	
	Осн. гр. n=46	Контр. гр. n=40	Осн. гр. n=46	Контр. гр. n=40
Болевой синдром	2,07±0,61	1,98±0,58	1,35±0,48	1,5±0,51
Ограничение объёма движений в поясничном отделе позвоночника	2,1±0,61	2,01 ±0,62	1,4 ±0,47	1,54 ±0,53
Симптом Ласега	2,24±0,64	2,18±0,68	1,17±0,38	1,15±0,36
Двигательные нарушения	0,72±0,86	0,73±0,93	0,39±0,61	0,48±0,82
Нарушения чувствительности	1,63±0,77	1,75±0,84	1,04±0,6	1,23±0,4

Таблица 2

Показатели психологического статуса и качества жизни до и после лечения

Показатели	До лечения		После лечения	
	Осн. гр. n=46	Контр. гр. n=40	Осн. гр. n=46	Контр. гр. n=40
ИКЖ	35,63±10,0	36,15±10,26	19,74±8,08	24,2±9,58
Реактивная тревожность	49,91±7,6	52,90±6,55	38,7±7,29	46,85±6,97
Личностная тревожность	48,59±6,78	48,4±7,96	39,22±7,55	44,98±7,62
Шкала Малковой	63,04±8,86	63,27±13,11	43,7±8,9	55,2±13,12
Шкала Тампа	51,89±8,75	50,48±7,58	40,72±8,07	44,88±7,63

После окончания лечения отмечались минимальные нарушения качества жизни в основной группе, и умеренные (однако значительно менее выраженные) в контрольной. Уровень тревожности уменьшился до умеренного в обеих группах, однако с более выраженной динамикой в основной группе. Астения отсутствовала в основной группе, в контрольной была на нижнем уровне слабой степени. В обеих группах отмечалось снижение выраженности кинезиофобии, более выраженное в основной группе, однако общий уровень показателя оставался высоким.

Через 6 месяцев после проведенной микродискэктомии, было проведено телефонное анкетирование пациентов, с целью исследования восстановления трудоспособности. Анализ полученных результатов выявил, что в группе сравнения 57,5% пациентов вынуждены были оставить или сменить основную работу и перейти на более щадящий режим. В основной группе этот показатель был 56,5%. Таким образом, отмечается высокий уровень инвалидизации, не смотря на положительную динамику клинических проявлений. Это свидетельствует о необходимости дальнейших исследований в области реабилитационного лечения после удаления грыжи диска на поясничном отделе позвоночника.

Выводы:

1. Большая часть пациентов, проходивших реабилитационное лечение в раннем восстановительном периоде после микродискэктомии на поясничном отделе позвоночника находятся в наиболее трудоспособном возрасте от 36 до 54 лет ( $45,3 \pm 13$  лет), без четких различий по половому признаку (мужчины – 48,8%, женщины – 51,2%).

2. Отмечается выраженная положительная динамика вертебро-неврологических симптомов, качества жизни, кинезиофобии, уровня тревожности, астенизации после проведенного комплексного реабилитационного лечения в обеих группах, более выраженная в основной группе.

3. Несмотря на положительную динамику регрессирования клинических изменений после окончания двухнедельного курса комплексного реабилитационного лечения, отмечается высокий уровень инвалидизации в обеих исследуемых группах через 6 месяцев после операции. В основной группе 56,5% (n=26) и в группе сравнений 57,5% (n=23) получили 2 или 3 группу инвалидности.

Литература:

1. Bizheva T., Lubenova D., Maznev I. Influence of Early Intensive Rehabilitation on Functional Mobility after Low Back Surgery // Macedonian J. of Medical Sciences. 2016. V. 15, № 4 (4). P. 661–664. doi: 10.3889/oamjms.2016.
2. Oosterhuis T., Costa L.O., Maher C.G. et al. Rehabilitation after lumbar disc surgery // Cochrane Database Syst Rev. 2014. V. 14, № 3: CD003007. doi: 10.1002/14651858.CD003007.
3. Rushton A., Heneghan N.R., Calvert M. et al. Physiotherapy Post Lumbar Discectomy: Prospective Feasibility and Pilot Randomised Controlled Trial // PLoS One. 2015. V. 12, № 10 (11): e0142013. doi: 10.1371/journal.pone.0142013.

4. Балковой В.В., Жармухамбетов Е.А., Майлыбаев М.Н. Микроскопическое удаление грыж дисков позвоночника // Вестник АГИУВ. 2001. № 3. С. 54-55.
5. Кашеев А.А., Гуша А.О., Арестов С.О. Общие принципы лечения и реабилитации пациентов после операций по поводу дегенеративно - дистрофических поражений пояснично - крестцового отдела позвоночника // РМЖ. 2012. № 31. С. 15-48.

## EFFICIENCY OF THE COMPLEX REHABILITATION PROGRAM IN THE EARLY RESTORATIVE PERIOD AFTER MICRODISCECTOMY ON THE LUMBAR SPINE

Sh.S. Muratbekova, N.I. Tursynov

Medical University of Karaganda

The article is devoted to the study of the effectiveness of a comprehensive rehabilitation program in the early recovery period after microdiscectomy on the lumbar spine. The study reviewed the existing literature on the problem, studied the clinical features of patients at the time of admission to the rehabilitation department, developed an information booklet with instructions on the recommended motor regimen, analyzed the results of the rehabilitation. Results. In both groups, there was a significant improvement from baseline ( $p < 0.05$ ). In the main group, the dynamics of the reverse development of vertebro-neurological and psychological disorders, quality of life were more pronounced, however, within 6 months after the operation, the level of disability did not differ significantly ( $p < 0.05$ ).

*Keywords:* intervertebral disc hernia, microdiscectomy, rehabilitation

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА СОЦИОЛОГИЧЕСКОГО ОПРОСА В ИЗУЧЕНИИ ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ ПЕДАГОГОВ

Д.В. Пестерева

НИИ комплексных проблем гигиены и профессиональных заболеваний, г. Новокузнецк

E-mail: h223@inbox.ru

В статье предложен ретроспективный взгляд на методы, используемые в изучении заболеваемости педагогов; описаны преимущества использования метода социологического опроса; представлена информационно-аналитическая система слежения за здоровьем работников образования.

*Ключевые слова:* метод социологического опроса, заболеваемость педагогов; здоровье работников образования; информационно-аналитическая система

Освоение новых профессиональных компетенций в условиях модернизации образования приводит к росту интенсивности труда педагогических работников и увеличению профессионально обусловленной заболеваемости [4]. Проблему профессионального здоровья учителя по степени значимости следует рассматривать в контексте общей концепции охраны здоровья нации, так как именно от учителя в огромной степени зависит здоровье подрастающего поколения.

Начало изучения различных сторон педагогического труда в нашей стране приходится на 20-30-е годы XX в., когда в основу исходной методологии был положен санитарно-гигиенический подход для массового статистического изучения и санитарно-гигиенического обследования работников образования.

Позднее, вплоть до середины 60-х гг. большая часть отечественных научных исследований изучения заболеваемости учителей проводилась также на основе сплошного и выборочного методов, но в основном по материалам учета случаев утраты трудоспособности. По характеру и времени изучения заболеваемости педагогов в большинстве случаев использовались ретроспективные трехгодичные исследования описательного или аналитического типа, что обеспечивало получение более достоверных и устойчивых результатов. Использование методов вариационной статистики позволило анализировать не только распространенность и структуру заболеваемости, но и ее зависимость от ряда профессионально-производственных, социально-бытовых факторов и образа жизни [2].

Обсуждение применения метода социологического опроса для изучения заболеваемости учителей приходится на 60-е гг. прошлого века. По материалам Е.К. Доронкиной, С.С. Кручининой уровни заболеваемости педагогов по данным опроса более чем в два раза превышают показатели по данным обращаемости и временной нетрудоспособности. Сравнительный анализ используемых методик позволил авторам сделать вывод, что метод опроса полнее раскрывает картину их истинной заболеваемости и отражает комплексные данные, сходные с результатами медицинских осмотров.

В связи с недостаточностью использования материалов анамнестического метода для анализа заболеваемости в недавнем прошлом большая часть выборочных исследований выполнялась с применением комплексного подхода, в соответствии с которым сведения о заболеваемости с временной утратой трудоспособности дополняются результатами профилактических осмотров или углубленных медицинских обследований с параллельным анализом анкетного материала [3, 6].

В начале XXI века вышла серия научных работ отечественных гигиенистов, посвященных условиям труда учителей [1, 2, 8, 9] и работников дошкольного образования [7], где медико - статистические, социально-гигиенические и функциональные методы исследования дополнены психодиагностическими методиками и социологической характеристикой трудящихся общеобразовательных учреждений.

Проведенный литературный поиск свидетельствует, что до настоящего времени не выработано унифицированного подхода к изучению заболеваемости педагогов. В значительной части тематических научных работ исследование ограничено ана-

лизом наиболее доступных материалов официальной статистики – данных о временной нетрудоспособности, либо материалов социологических опросов, что не позволяет комплексно характеризовать заболеваемость данного контингента на основе объективных данных.

В числе современных оптимальных методов изучения заболеваемости, обеспечивающих сопоставимость полученных результатов для сравнительного анализа, можно выделить комплексные ретроспективные исследования, базирующиеся на материале 3-х, 5-летней обращаемости и временной нетрудоспособности, дополненные сведениями социологического опроса. Следует также продолжать изучение социально-гигиенических факторов, влияющих на заболеваемость учителей.

В соответствии с направлением отечественной системы здравоохранения на сохранении благополучного состояния здоровых лиц, сотрудниками НИИ комплексных проблем гигиены и профессиональных заболеваний в союзе с коллегами из Комитета образования и науки, Кустового медицинского информационно-аналитического центра и Федеральной службы по надзору в сфере защиты потребителей и благополучия человека (учреждения из г. Новокузнецка) разработана информационно - аналитическая система слежения за здоровьем работников образования, позволяющая формировать интегрированную оценку показателей общественного здоровья с учетом данных социологического опроса респондентов, проводить анализ причин негативных последствий, дающий возможность принятия адекватных управленческих решений, направленных на улучшение состояния здоровья участников воспитательно-образовательного процесса [4, 5, 10].

Таким образом, метод социологического опроса позволяет обогатить результаты сплошного и выборочного методов исследования, которые традиционно затрагивают в основном данные случаев утраты трудоспособности, полнее и шире раскрывает картину истинной заболеваемости работников образования и отражает комплексные данные, сходные с результатами медицинских осмотров образовательных учреждений.

#### Литература:

1. Бардахчян А.В. Гигиеническая оценка состояния здоровья учителей и его влияние на здоровье учащихся средних общеобразовательных учреждений: дисс. ... канд. мед. наук. Ростов-на-Дону, 2007. 174 с.
2. Гревцова Е.А. Комплексная социально-гигиеническая оценка условий труда и здоровья учителей общеобразовательных школ центрального федерального округа Российской Федерации и меры их оптимизации: дисс. ... докт. мед. наук. М., 2007. 400 с.
3. Доронкина Е.К. Физиолого-гигиеническая оценка труда учителей начальных классов общеобразовательных школ: дисс. ... канд. мед. наук. М., 1976. 170 с.
4. Захаренков В.В., Виблая И.В., Пестерева Д.В. Мониторинг здоровья работников образования как путь к преодолению негативных последствий интенсификации труда педагогов // Фундаментальные и прикладные исследования в профилактической медицине: материалы 50-й научно-практической конференции с международным участием. Новокузнецк, 2015. С. 127-132.



5. Захаренков В.В., Вибляя И.В., Пестерева Д.В. Мониторинг здоровья работников образования // Медицина труда и промышленная экология. 2015. № 9. С. 55-56.
6. Кручинина С.С. Комплексное социально-гигиеническое исследование заболеваемости педагогов средних школ г. Москвы: Дисс. ... канд. мед. наук. М., 1976. 165 с.
7. Мирошина О.Н. Комплексная социально-гигиеническая оценка условий труда и здоровья воспитателей дошкольных образовательных учреждений и пути их оптимизации: дисс. ... канд. мед. наук. Рязань, 2005. 275 с.
8. Мухтарова Л.Р. Комплексная оценка влияния факторов внешней и внутренней среды на состояние здоровья учителей (на примере г. Липецка): дисс. ... канд. мед. наук. М., 2005. 148 с.
9. Николаева А.Д. Гигиеническая оценка и оптимизация условий труда учителей начальных классов общеобразовательных школ: дисс. ... канд. мед. наук. Рязань, 2005. 151 с.
10. Пестерева Д.В. Внедрение мониторинга здоровья работников образования как путь к преодолению негативного воздействия факторов риска труда педагогов // Здоровье. Медицинская экология. Наука. 2018. № 1 (73). С. 40-42.

## USE OF THE METHOD OF SOCIOLOGICAL SURVEY IN THE TEACHERS' MORBIDITY RESEARCH

*D.V. Pestereva*

Research Institute for Complex Problems of Hygiene and Occupational Diseases, Novokuznetsk, Russia

The article offers a retrospective view of the methods used in studying teachers' morbidity, describes the advantages of using the method of sociological survey; presents the information-analytical system for monitoring of teachers' labour.

*Keywords:* method of sociological survey; teachers' morbidity; health of teachers' labour; information-analytical system

## РОЛЬ БИОХИМИЧЕСКИХ ПРЕДИКТОРОВ В ПРОГНОЗИРОВАНИИ ИСХОДОВ ТРОМБОЛИТИЧЕСКОЙ ТЕРАПИИ ПРИ ИШЕМИЧЕСКОМ ИНСУЛЬТЕ

*О.А. Кичерова, А.И. Рейхерт, В.Г. Скорицова, Е.Б. Бердичевская, Н.С. Валитов*

Тюменский государственный медицинский университет

Высокая смертность от ишемического инсульта обуславливает необходимость разработки перспективных методов лечения. Внутривенный тромболитизис является высокоэффективным методом, однако исходы его не всегда предсказуемы. Разработка панели биохимических предикторов позволит спрогнозировать исходы тромболитической терапии и оптимизировать систему помощи больным ишемическим инсультом.

*Ключевые слова:* ишемический инсульт, тромболитическая терапия, предикторы исхода

Проблема ишемического инсульта является одной из наиболее значимых медицинских и социальных проблем. В связи с высокой смертностью от инсульта, поиск эффективных методов лечения мозговых катастроф является приоритетной задачей здравоохранения [10, 17, 18]. В настоящее время наиболее действенным методом восстановления мозгового кровотока является тромболитическая терапия (ТЛТ), исходы которой часто непредсказуемы [6]. С

целью прогнозирования исходов тромболитической терапии неоднократно делались попытки разработать клинические или биохимические прогностические панели, при этом было установлено, что исключительно клинические критерии обладают малой прогностической значимостью. В то же время выявление биохимических предикторов исхода с точки зрения представлений о патогенезе заболевания может стать вполне результативным [4, 12-14, 16].

Согласно современным представлениям о механизмах развития ишемического инсульта, важное значение в его патогенезе имеют явления эндотелиальной дисфункции и эндогенной интоксикации [1, 2, 9, 15].

Эндотелиальная дисфункция характеризуется дисбалансом ангиопротективных, вазодилатирующих субстанций с одной стороны и ангиопротективных, а также вазоконстрикторных веществ – с другой. Данное обстоятельство обуславливает важную роль эндотелиальной дисфункции в механизмах развития острой ишемии головного мозга.

Другим важным механизмом в патогенезе ишемического инсульта является эндогенная интоксикация. Накопление в тканях организма избытка продуктов как нормального, так и измененного обмена веществ (эндогенных токсических субстанций) обуславливает данный патологический процесс [5].

В свою очередь неотъемлемым звеном патохимического каскада в развитии ишемии головного мозга является образование свободных радикалов [11], что представляет собой важную составляющую эндотелиальной дисфункции и эндогенной интоксикации, характеризующих патогенез ишемического инсульта.

Методы реперфузии, применяемые в первые часы цереброваскулярной катастрофы, направлены на восстановление кровотока в пораженном сосуде, что позволяет предотвратить или уменьшить объем необратимого повреждения вещества головного мозга и минимизировать остаточный неврологический дефицит [7].

В данной работе мы провели анализ биохимических маркеров острой ишемии головного мозга с целью оптимизации подхода к диагностике и лечению пациентов в остром и острейшем периодах ишемического инсульта.

Учитывая современные представления о патогенезе ишемического инсульта, целесообразно включать в биохимическую панель маркеров эффективности ТЛТ при ишемическом инсульте показатели, отражающие все патогенетические звенья этого заболевания (эндотелиальную дисфункцию, эндогенную интоксикацию, ПОЛ). Обосновано внесение в спектр биохимических показателей некоторых биологически активных белков – высокочувствительного С-реактивного белка (HsCRP), матриксной металлопротеиназы-9 (ММП-9).

Цель исследования: установление прогностического значения показателей, характеризующих эндотелиальную дисфункцию, эндогенную интоксикацию и оксидантный стресс в остром периоде ишемического инсульта как на этапе принятия решения о целесообразности тромболитической терапии, так и в процессе динамического наблюдения после процедуры с целью разработки мультимаркерного планшета для обеспечения персонализированного подхода к проведению тромболитической терапии на основании комплексной оценки прогноза острых цереброваскулярных событий.

Материалы и методы.

За 3-х-летний период обследовано 224 пациента с ишемическим инсультом, из которых 112 больным проводилась тромболитическая терапия. У 57 пациентов, 28 из которых получили тромболитическую терапию, проведен ряд специальных биохимических исследований. Контрольную группу составили 13 пациентов без острых цереброваскулярных событий в анамнезе, сопоставимые по половозрастным признакам и сопутствующим заболеваниям с основной группой.

Забор венозной крови для исследований проводили дважды: при поступлении (1 проба) и на 5-7 сутки от начала заболевания (2 проба).

Биохимические исследования включали:

– твердофазный иммуноферментный анализ с использованием коммерческих иммуноферментных наборов и тест-систем для определения содержания матриксной металлопротеиназы-9 плазмы крови (ММП-9);

– метод иммунотурбидиметрии (реактивы «Bio-systems», Испания) высокочувствительный метод (мг/л) для определения Hs-CРБ – С-реактивного белка плазмы крови;

– определение нитритов, устойчивых продуктов метаболизма оксида азота, в эритроцитах;

– определение продуктов перекисидации липидов эритроцитов в гептановой и изопропанольной фазах липидного экстракта:  $\Gamma_{220}$ ,  $\Gamma_{232}$ ,  $\Gamma_{278}$ ,  $\Gamma_{420}$  – продукты перекисидации липидов в гептановой фазе липидного экстракта, замеренные на СФ-2000 на длинах волн 220, 232, 278, 420 нм, соответственно;  $I_{220}$ ,  $I_{232}$ ,  $I_{278}$ ,  $I_{420}$  – продукты перекисидации липидов в изопропанольной фазе липидного экстракта, замеренные на СФ-2000 на длинах волн 220, 232, 278, 420 нм, соответственно. При этом  $\Gamma(I)_{220}$  – вещества с изолированными двойными связями (ИДС),  $\Gamma(I)_{232}$ -диеновые конъюгаты (ДК),  $\Gamma(I)_{278}$ -сумма кетодиенов и сопряженных триенов (СТ+КД),  $\Gamma(I)_{420}$ -шиффовы основания, в гептановой или изопропанольной фазах соответственно;

– индекс окисленности липидов (ИОЛ) рассчитывали как отношение содержания продуктов ПОЛ гептановой и изопропанольной фаз к содержанию веществ с изолированными двойными связями. Индекс окисленности ДК гептановой фазы

(ИОЛГ<sub>232</sub>):  $ИОЛГ_{232} = \Gamma_{232} / \Gamma_{220}$ ; индекс окисленности (КТ+СТ) гептановой фазы (ИОЛГ<sub>278</sub>):  $ИОЛГ_{278} = \Gamma_{278} / \Gamma_{220}$ ; индекс окисленности ДК изопропанольной фазы (ИОЛИ<sub>232</sub>):  $ИОЛИ_{232} = I_{232} / I_{220}$  – индекс окисленности (КД + СТ) изопропанольной фазы (ИОЛИ<sub>278</sub>):  $ИОЛИ_{278} = I_{278} / I_{220}$ .

– степень ненасыщенности остатков жирных кислот липидных молекул (СНН) рассчитывали как отношение липидных компонентов изопропанольной фазы к липидным компонентам гептановой фазы на соответствующих длинах волн: степень ненасыщенности ДК:  $СНН_{232} = I_{232} / \Gamma_{232}$ ; степень ненасыщенности (КД + СТ):  $СНН_{278} = I_{278} / I_{232}$ .

Для объективизации тяжести состояния, выраженности очагового неврологического дефицита и оценки динамики клинических показателей использовали шкалу инсульта National Institutes of Health (NIHSS). Клинические исходы заболевания оценивали по модифицированной шкале Рэнкина (МШР) и по индексу мобильности Ривермид на 7 сутки.

Статистический анализ производили с использованием программы IBMSPSSStatistics 21. Распределение количественных данных проверяли с помощью теста Колмогорова-Смирнова. При нормальном распределении данных сравнение 2-х независимых групп проводили при помощи критерия Стьюдента, а динамику показателей в каждой группе парным критерием Стьюдента. При распределении данных, отличном от нормального, для сравнения применяли критерий Манна-Уитни для независимых 2 групп и критерий Вилкоксона для сравнения динамики показателей в каждой группе. При сравнении 3 групп использовали поправку Бонферрони.

Результаты и обсуждение.

В процессе анализа результатов, были выявлены следующие биохимические показатели (табл. 1).

При первом обследовании в обеих клинических группах (с базовой терапией и базовой терапией в сочетании с ГЛТ) выявлены признаки активации процессов перекисного окисления липидов, а, следовательно, явлений эндотелиальной дисфункции и эндогенной интоксикации: увеличены показатели степени ненасыщенности ДК и (КТ+СТ), индексы окисленности ДК и (КТ и СТ) гептановой фазы, продуктов перекисидации липидов, экстрагируемых смесью гептан-изопропанол (ДК изопропанольной и гептановой фаз, (КТ и СТ) гептановой фазы, веществ с ИДС и ШО изопропанольной фазы). Выраженность явлений эндогенной интоксикации подтверждается повышением в крови уровня нитритов, устойчивых продуктов метаболизма оксида азота. Зафиксировано увеличение значений HsCPB, ММП-9 (табл. 1).

Полученные данные не противоречат литературным данным о роли окислительно-восстановительных процессов в патогенезе острой ишемии вещества головного мозга [3, 10, 11].

Таблица 1

Характеристика биохимических показателей 1 пробы в клинических группах (с базовой терапией и базовой терапией в сочетании с ТЛТ)

Показатель	без ТЛТ (n=29)		с ТЛТ (n=28)		Контроль (n=13)		p		
	М	m	М	m	М	m	без ТЛТ-с ТЛТ	без ТЛТ-контроль	с ТЛТ-контроль
СННИ232	1,02*	0,155	1,18**	0,325	0,24	0,126	0,878	<0,001	0,002
СННИ278	1,33*	0,380	3,53	1,037	2,37	0,445	0,109	0,005	0,543
Г232/Г220	0,89*	0,067	0,78	0,046	0,65	0,020	0,536	0,037	0,177
Г278/Г220	0,67*,***	0,056	0,37	0,063	0,19	0,022	0,001	<0,001	0,400
И232И220	0,77	0,094	0,73	0,067	0,59	0,164	0,960	0,645	0,754
И278И220	0,39*	0,047	0,60	0,080	1,07	0,381	0,288	0,013	0,192
Г220	0,24	0,040	0,38	0,061	0,19	0,037	0,097	0,787	0,049
Г232	0,21	0,029	0,30**	0,055	0,12	0,022	0,214	0,363	0,025
Г278	0,13*	0,012	0,12**	0,019	0,03	0,003	0,900	<0,001	0,008
Г420	0,02	0,004	0,018	0,007	0,008	0,003	0,958	0,620	0,498
И220	0,31*	0,058	0,26**	0,043	0,05	0,027	0,884	0,001	0,002
И232	0,18*	0,031	0,19**	0,045	0,04	0,021	0,625	0,002	0,001
И278	0,12	0,026	0,14	0,022	0,116	0,053	0,883	0,989	0,849
И420	0,08	0,009	0,095**	0,011	0,052	0,005	0,219	0,250	0,006
НсСРБ	12,02*	1,840	10,20**	2,65	2,81	0,870	0,745	0,001	0,038
Нит	10,89	0,937	12,84	1,29	8,66	0,902	0,376	0,403	0,049
ММП-9	1142,79*	163,146	1320,45**	209,21	152,77	48,703	0,558	<0,001	<0,001

Примечание: p<0,05; \* - p – достоверность статистических различий между показателями 1 пробы у группы с без ТЛТ и КГ

\*\* - p – достоверность статистических различий между показателями 1 пробы у группы с ТЛТ и КГ

\*\*\* - p – достоверность статистических различий между показателями 1 пробы у группы с ТЛТ и без ТЛТ

Установлены статистически достоверные различия в показателе индекса окисленности ДК гептановой фазы в обеих клинических группах (с базовой терапией и базовой терапией в сочетании с ТЛТ). По всем остальным показателям статистически достоверных различий не установлено.

Была проведена оценка показателей первой пробы в зависимости от клинической динамики со-

стояния пациентов в обеих клинических группах (с базовой терапией и базовой терапией в сочетании с ТЛТ), (табл. 2).

Установлена четкая корреляция высокого уровня ММП-9 и НсСРБ при первом обследовании в обеих клинических группах (с базовой терапией и базовой терапией в сочетании с ТЛТ) с отсутствием клинической динамики в состоянии пациента.

Таблица 2

Показатели 1 пробы в клинических группах (с базовой терапией и базовой терапией в сочетании с ТЛТ) в зависимости от клинической динамики состояния пациента

Показатель	без ТЛТ (n=29)				p	с ТЛТ (n=28)				p
	нет "+" динамики		"+" динамики			нет "+" динамики		"+" динамики		
	М	m	М	m		М	m	М	m	
НсСРБ	16,60*	3,384	9,96	2,085	0,030	17,05**	5,429	7,00	2,698	0,047
ММП-9	1809,56*	350,665	842,75	135,312	0,027	2537,57**	284,522	752,47	87,638	0,000

Примечание: p<0,05:

\* - p – достоверность статистических различий между показателями 1 пробы в группе без ТЛТ у пациентов с "+" динамикой и без нее

\*\* - p – достоверность статистических различий между показателями 1 пробы в группе с ТЛТ у пациентов с "+" динамикой и без нее

Таблица 3

Уровни ММП-9 и НсСРБ в зависимости от клинического течения заболевания на фоне ТЛТ и базовой терапии

Показатель	без ТЛТ (n=29)				p	с ТЛТ (n=28)				p
	нет "+" динамики		"+" динамики			нет "+" динамики		"+" динамики		
	М	m	М	m		М	m	М	m	
пНсСРБ	16,88*	4,953	8,04	1,930	0,039	22,73**	7,217	11,18	2,462	0,047
пММП-9	2169,50*	522,545	766,89	172,954	0,043	2350,75**	471,390	496,30	74,724	0,028

Примечание: p<0,05;

\* - p – достоверность статистических различий между показателями 2 пробы в группе без ТЛТ у пациентов с "+" динамикой и без нее

\*\* - p – достоверность статистических различий между показателями 2 пробы в группе с ТЛТ у пациентов с "+" динамикой и без нее

Тенденция к сохранению высоких цифр уровня ММП-9 и HsCRP при неблагоприятном течении заболевания сохраняется как при сочетании базовой терапии с тромболитической терапией, так и в группе пациентов только с базовой терапией (табл. 3).

Таким образом, высокие уровни ММП-9 и HsCRP являются предикторами неблагоприятного течения ишемического инсульта как при базовой терапии ишемического инсульта, так и при сочетании базовой терапии с тромболизисом.

**Заключение.**

Проведенные нами исследования позволили установить наличие биомаркеров неблагоприятного результата тромболитической терапии: повышение уровня матриксной металлопротеиназы-9, высокочувствительного С-реактивного белка плазмы крови.

Таким образом, можно утверждать, что тромболитическая терапия сопровождается благоприятным воздействием на основные звенья патогенеза при ишемическом инсульте, а использование биохимических предикторов, позволит рационализировать ее использование.

Литература:

1. Гончар И.А., Степанова Ю.И., Прудывус И.С. Биохимические предикторы и маркеры инфаркта головного мозга / Под ред. проф., д.м.н. Камышников В.С. Минск: БелМАПО, 2013.
2. Гончар-Зайкина Г.М., Гончар-Зайкин А.П. К оценке лабораторной диагностики эндотоксикоза. Актуальные вопросы военной и практической медицины. Сб. тр. II научно-практ. Конф. врачей Приволжско-Уральского военного округа. Оренбург, 2001.
3. Дурова М.В., Рейхерт Л.И., Кичерова О.А. Изменения перекисного окисления липидов и структуры тромбоцитарных мембран в остром периоде ишемического инсульта // Медицинская наука и образование Урала. 2017. Т. 18, № 1 (89). С. 37-40.
4. Кичерова О.А., Рейхерт Л.И., Скорикова В.Г., Семешко С.А. Биохимические маркеры прогноза тромболитической терапии при ишемическом инсульте // Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова. 2016. Т. 116, № 8-2. С. 48-51.
5. Малахова М.Я. Метод регистрации эндогенной интоксикации. Пособие для врачей. Санкт-Петербург: СПбМАПО, 1995.
6. Новгородова В.Г., Семешко С.А., Кичерова О.А. Риск при проведении системной тромболитической терапии (клинический случай) // Вестник РГМУ. 2011. № 1. С. 245.
7. Рамазанов Г. Р. Клинические, компьютерно-томографические и биохимические предикторы исходов тромболитической терапии у пациентов с ишемическим инсультом: Автореф. дисс.... канд. мед. наук. Москва, 2009.
8. Рейхерт Л.И., Кичерова О.А., Прилепская О.А. Острые и хронические проблемы цереброваскулярной патологии. Тюмень, 2015.
9. Рейхерт Л.И., Кичерова О.А., Доян Ю.И., Рейхерт Л.В. Патобиологические механизмы цереброваскулярных заболеваний // Академический журнал Западной Сибири. 2018. Т. 14, № 1 (72). С. 55-56.
10. Рейхерт Л.И., Клушин Д.Ф., Крылов В.И. Роль структурно-функциональной дезорганизации клеточных мембран в патогенезе мозговых инсультов // Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова. 1987. № 1. С. 23-26.
11. Рейхерт Л.И., Остапчук Е.С., Скорикова В.Г. Церебральный ангиоспазм и его влияние на исходы лечения больных с аневризматическим субарахноидальным кровоизлиянием // Медицинская наука и образование Урала. 2014. Т. 15, № 2 (78). С. 69-71.
12. Скорикова В.Г., Асеева К.С., Кичерова О.А., Семешко С.А. Предикторы эффективности тромболитической терапии при ишемическом инсульте // Медицинская наука и образование Урала. 2014. Т. 15, №2 (78). С. 69-71.
13. Скорикова В.Г., Кичерова О.А., Рейхерт Л.И. Прогнозирование исхода тромболитической терапии ишемического инсульта при помощи дополнительных биохимических исследований // Тюменский медицинский журнал. 2017. Т. 19, № 4. С. 30-33.
14. Скорикова В.Г., Кичерова О.А., Рейхерт Л.И. Роль высокочувствительного С-реактивного белка в прогнозировании эффек-

тивности тромболитической терапии при ишемическом инсульте // Академический журнал Западной Сибири. 2016. Т. 12, № 3 (64). С. 80-81.

15. Скорикова В.Г., Кичерова О.А., Рейхерт Л.И., Журавлева Т.Д., Валитов Н.С. Спектрофотометрические методы изучения процессов перекисного окисления липидов в остром периоде ишемического инсульта // Научный форум. Сибирь. 2017. Т.3, №1. С.72-73.
16. Скорикова В.Г., Кичерова О.А., Рейхерт Л.И., Семешко С.А. Специальные биохимические исследования для оценки эффективности тромболитической терапии при ишемическом инсульте // Тюменский медицинский журнал. 2016. Т. 18, № 1. С. 32-35.
17. Яхно Н.Н., Виленский Б.С. Инсульт как медико-социальная проблема // Русский медицинский журнал. 2005. Т. 13, № 12. С. 807-815.
18. Bogousslavsky J. The global stroke initiative, setting the context with the International Stroke Society // J Neurol Sciences. 2005. V. 238. P. 528.

## THE ROLE OF BIOCHEMICAL PREDICTORS IN PREDICTING THE OUTCOME OF THROMBOLYTIC THERAPY IN ISCHEMIC STROKE

*O.A. Kicherova, L.I. Reikher, V.G. Skorikova, E.B. Berdichevskaya, N.S. Valitov*

High mortality from ischemic stroke necessitates the development of promising treatment methods. Intravenous thrombolysis is a highly effective method, but its outcome is not always predictable. The development of a panel of biochemical predictors will make it possible to predict the outcomes of thrombolytic therapy and optimize the system of care for patients with ischemic stroke.

*Keywords:* ischemic stroke, thrombolytic therapy, predictors of outcome

## ОБОСНОВАНИЕ КЛИНИЧЕСКИХ ПРОЯВЛЕНИЙ РАССЕЯННОГО СКЛЕРОЗА С ПОЗИЦИИ ПРЕДСТАВЛЕНИЙ О БИОХИМИЧЕСКИХ ОСНОВАХ ЕГО ПАТОГЕНЕЗА

*O.A. Kicherova, L.I. Reikher, M.Yu. Revnivых, T.B. Zueva*

Тюменский государственный медицинский университет

Механизмы формирования патологического процесса при рассеянном склерозе остаются недостаточно изученными. Между тем, ключом к поиску перспективных методов лечения, направленных на патофизиологические механизмы заболевания, является изучение его патогенеза. Цель исследования: изучить изменения основных патогенетических параметров у больных рассеянным склерозом. Материалы и методы: представлены результаты проспективного (9-летнего) наблюдения 492 больных рассеянным склерозом с точки зрения динамики клинических и патогенетических показателей.

*Ключевые слова:* рассеянный склероз, мембрано-дестабилизирующие процессы, оксидантный стресс

Согласно современным представлениям, особое место в патогенезе рассеянного склероза (РС) отводится механизмам перекисного окисления липидов и проявлениям «оксидантного стресса» [6, 13, 17].

Целью настоящего исследования явилось изучение клинических особенностей РС, а также мембрано-дестабилизирующих процессов и активности системы антиоксидантной защиты при ремиттирующей форме заболевания.

Материалы и методы. Нами было обследовано 492 больных РС: 195 мужчин и 297 женщин с достоверным диагнозом РС согласно критериям Мак Дональда. Средний возраст – 41,1±0,43 (медиана 41 год, Q1-Q3 интервал 19,00-52,00 лет). Все пациенты были разделены на 3 группы: 1) больные ремиттирующим рассеянным склерозом (РРС) – 252 пациента (51,2%); 2) больные вторично - прогрессирующим рассеянным склерозом (ВПРС) – 189 пациентов (38,4%); 3) больные первично - прогрессирующим рассеянным склерозом (ППРС) – 51 пациент (10,4%). С учетом длительности болезни у каждого больного рассчитывался показатель скорости прогрессирования (балл EDSS / длительность болезни), который выявил преобладание больных с медленным темпом прогрессирования (СП<0,3) – 48,4%. Всем больным проведена оценка неврологического статуса с определением тяжести инвалидизации по шкале Куртцке, 81 больной протестирован с использованием нейропсихологических методик для оценки степени выраженности когнитивных нарушений, уровня депрессии. С этой целью использованы шкала депрессии Бека, скрининг-тест MMSE, батарея тестов для оценки лобной дисфункции, тест пяти слов и тест рисования часов. Обследование неврологического статуса и биохимические исследования осуществлялись в режиме мониторинга.

Ввиду недоступности нервной ткани для биохимического исследования в качестве модели использовали клетки периферической крови (эритроциты, лимфоциты и тромбоциты).

Исследовали следующие биохимические параметры:

1. Уровень антиоксидантной защиты оценивали на основании [1, 6, 12]:

- а) определения содержания альфа-токоферола - жирорастворимого антиоксиданта;
- б) исследования активности супероксиддисмутазы - фермента антирадикальной защиты;
- в) исследования активности каталазы - фермента антиперекисной защиты;
- г) исследования активности глюкозо-6-фосфатдегидрогеназы.

2. Структуру липидной фазы эритроцитарных мембран оценивали на основании определения содержания фосфолипидов в мембранах методом тонкослойной хроматографии на силикагеле и определения холестерина методом, основанном на реакции Златкиса [2, 12].

3. Активность процессов перекисного окисления липидов (ПОЛ) оценивали на основании изучения со-

держания продуктов ПОЛ в мембранах - концентрации диеновых конъюгатов (ДК) и шиффовых оснований (ШО) [2, 12].

4. Исследовали фосфолипазную активность клеток крови (ФЛА2) [2].

Для проведения статистической обработки фактического материала использовали статистический пакет SAS 8,0 (SAS Inc., США).

Результаты и обсуждение:

На основе проведенного нами клинического анализа установлены некоторые демографические закономерности (табл. 1).

Таблица 1  
Демографические и клинические показатели больных РС в зависимости от варианта течения M±m, Me(Q1-Q3)

Показатель	РРС, n=252	ВПРС, n=189	ППРС, n=51
Возраст дебюта	23,1±1,1 Me 23,00 (18,00-51,00)	25,09±0,8 Me 25,00 (18,00-54,00)	33,4±0,7* ** Me 33,00 (28,00-57,00)
Длительности заболевания, лет	4,95±0,1 5,00 (2,00-9,00)	11,4±0,3* 11,00 (7,00-19,00)	3,98±0,09 ** 4,00 (2,00-9,00)
Длительность первой ремиссии (лет)	1,5±0,2 2,00 (1,00-3,00)	1,3 ±0,1 1,0 (1,00-5,00)	-
Количество обострений за время болезни	4,2±0,3 4,00 (4,00-5,00)	4,4±0,2 4,00 (3,00-6,00)	-
Среднегодовая частота обострений	0,87±0,04 0,86 (0,50-1,50)	0,37±0,02* 0,38 (0,22-6,00)	-
Среднегодовая скорость прогрессирования	0,35±0,01 0,34 (0,26-0,68)	0,54±0,02* 0,58 (0,25-0,74)	0,79±0,009* ** 0,78 (0,56-1,76)

Примечание: Me – медиана; (Q1-Q3) – квартили 1 и 3; \* - статистически значимые различия с РРС; \*\* - статистически значимые различия ВПРС с ППРС

Нами выяснено, что у пациентов с более короткой первой ремиссией в дальнейшем прослеживалась более высокая частота обострений (2,97±0,32 против 1,1±0,2, p<0,0001) и более высокая скорость прогрессирования (1,64±0,13 и 0,49±0,02 соответственно, p<0,0001). Скорость прогрессирования была наибольшей в группе больных ППРС, а наименьшей в группе РРС (p=0,003). Установленная закономерность дает возможность констатировать, что первично прогрессирующий тип течения заболевания является более неблагоприятным в прогностическом отношении, чем РРС и ВПРС. Нами установлено, что средняя продолжительность времени до наступления фазы вторичного прогрессирования в наших наблюдениях составила 9,98±1,23 лет (медиана 8,00; Q1-Q3 интервал 4,00-13,00 лет).

Состояние когнитивных функций при различных вариантах течения РС (MMSE) в сравнении с контрольной группой

Степень когнитивной дисфункции	PPC n=44		ВППС n=29		ППРС n=8		Итого n=81		Контрольная группа, n=20	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Норма	27	61,4*,**	7	24,1*,**	3	37,5*	37	45,7*	20	100*
Умеренная	13	29,6	13	44,8	2	25	28	34,6	0	0
Деменция легкой степени	4	9,0**	9	31,1**	2	25	15	18,5	0	0
Деменция умеренной степени	0	0	0	0	1	12,5	1	1,2	0	0

Примечание: \* - достоверность статистических различий между показателями в каждой из клинических групп больных рассеянным склерозом и контрольной группой  $p \leq 0,05$ ; \*\* - достоверность статистических различий между PPC и ВППС  $p \leq 0,05$

На основании проведенного корреляционного математического анализа связи между длительностью первой ремиссии у больных ВППС и временем, когда была установлена фаза вторичного прогрессирования, установлена статистически значимая корреляционная связь ( $r = -0,49$ ;  $p < 0,005$ ), т.е. чем продолжительнее первая ремиссия, тем позднее наступает стадия вторичного прогрессирования заболевания. Проведенный нами анализ достижения событий по методу Каплана-Майера и расчет критерия Кокса дал возможность установить достоверную ассоциацию между частотой обострений и временем перехода заболевания во вторично - прогрессивный вариант течения ( $F = 1,52$ ;  $p = 0,03$ ), т.е., чем больше частота обострений, тем раньше наступает вторично-прогрессивный вариант течения заболевания.

В ходе проведенного нейропсихологического исследования мы выявили, что когнитивные дисфункции у больных РС встречаются достоверно чаще по сравнению с группой здоровых людей, которые составили контрольную группу (табл. 2).

При этом процент пациентов без когнитивных нарушений по данным скрининг – теста MMSE закономерно уменьшается от 64,1% при PPC, до 37,5% и 24,1% при ППРС и ВППС. Деменция умеренной степени имела лишь в группе больных ППРС. Выявленная статистически достоверная разница по результатам оценочной шкалы MMSE между больными РС и контрольной группой (здоровые) подтверждает наличие клинически значимого дефекта когнитивных функций у больных РС и обоснованность применения данного скрининг – теста для диагностики нарушения когнитивных дисфункций у больных РС. В процессе корреляционного математического анализа определена отрицательная корреляционная связь между показателями общего балла по шкале MMSE и балла инвалидизации по шкале EDSS. Отсюда можно сделать вывод о том, что тяжесть когнитивных нарушений усугубляется при прогрессировании заболевания и достижении более высокого балла инвалидизации по шкале Куртцке.

Наличие депрессивных нарушений у больных было оценено при помощи шкалы депрессии Бека и выявлялось у 67,9% обследованных, чаще у больных ВППС (82,8%). При ППРС и PPC частота де-

прессивных нарушений представлена реже и не имеет статистически достоверных различий (62,5% и 59,1% соответственно). В структуре депрессивных расстройств у больных вторично - прогрессивным РС преобладала легкая депрессия (69,0%). У больных ремиттирующей формой РС и больных первично-прогрессивным РС легкая степень депрессии диагностировалась с одинаковой частотой (52,5% и 50% соответственно). Нами также установлена положительная корреляционная зависимость между степенью депрессии и степенью инвалидизации по шкале EDSS.

Таблица 3

Показатели активности фосфолипазы A<sub>2</sub> и содержание продуктов ПОЛ в клетках крови больных РС в зависимости от стадии заболевания (M±m)

Показатели	Величины анализируемых показателей		
	Здоровые, n=20	Обострение, n=42	Ремиссия, n=20
Показатели в тромбоцитарных мембранах			
Фосфолипаза A <sub>2</sub> мкмоль/мг белка	0,33±0,03	1,65±0,1*	2,05±0,2* **
ДК, нмоль/мг липидов	36,13±0,56	50,74±4,3*	52,7±0,4*
ШО, у.е. фл/мг липидов	61,5±2,97	80,79±5,9*	80,9±7,8*
Показатели в лимфоцитарных мембранах			
Фосфолипаза A <sub>2</sub> мкмоль/мл	5,75±0,57	6,86±0,3*	4,01±0,2* **
ДК нмоль/мл	37,8±1,17	68,6±0,5*	51,01±0,4* **
ШО у.е. фл	7,9±0,50	12,23±1,0*	11,92±0,9*
Показатели в эритроцитарных мембранах			
Фосфолипаза A <sub>2</sub> % гемолиза	4,43±0,21	21,6±1,7*	12,7±0,9* **
ДК нмоль/мл	48,4±3,5	158,64±8,9*	118,7±4,4* **
ШО у.е. фл	18,3±1,02	28,69±1,6*	20,9±1,8* **

Примечание:  $p < 0,05$ ; \* -  $p$  – достоверность статистических различий между показателями у здоровых и больных РС в зависимости от стадии заболевания; \*\* -  $p$  – достоверность статистических различий между показателями у больных РС в стадии обострения и ремиссии.

Таблица 4

Показатели активности ферментов антиоксидантной защиты и содержания  $\alpha$ -токоферола в клетках крови больных РС в зависимости от стадии заболевания ( $M \pm m$ )

Показатели	Величины анализируемых показателей		
	Здоровые, n=20	Обострение, n=42	Ремиссия, n=20
Показатели в тромбоцитарных мембранах			
СОД, у.е. торм/мг белка	2,21 $\pm$ 0,20	2,44 $\pm$ 0,1	3,11 $\pm$ 0,2* **
Каталаза мкмоль/мг белка	1,51 $\pm$ 0,13	2,85 $\pm$ 0,1*	3,02 $\pm$ 0,21*
$\alpha$ -токоферол нмоль/мл	3,75 $\pm$ 0,28	2,22 $\pm$ 0,2*	2,19 $\pm$ 0,1*
Показатели в лимфоцитарных мембранах			
СОД % торм	45,4 $\pm$ 0,51	25,21 $\pm$ 2,03*	30,94 $\pm$ 2,8*
Каталаза мкмоль/мл/мин	8,3 $\pm$ 0,38	5,16 $\pm$ 0,41*	5,81 $\pm$ 0,36*
$\alpha$ -токоферол нмоль/мл	8,8 $\pm$ 0,9	2,19 $\pm$ 0,1*	3,1 $\pm$ 0,09* **
Показатели в эритроцитарных мембранах			
СОД % торм	45,3 $\pm$ 2,9	24,84 $\pm$ 0,9*	44,3 $\pm$ 1,3**
Каталаза мкмоль/мл/мин	3,9 $\pm$ 0,1	2,41 $\pm$ 0,1*	3,4 $\pm$ 0,15**
$\alpha$ -токоферол нмоль/мл	5,8 $\pm$ 0,28	3,22 $\pm$ 0,2*	5,49 $\pm$ 0,1**

Примечание:  $p < 0,05$ ; \* -  $p$  – достоверность статистических различий между показателями у здоровых и больных РС в зависимости от стадии заболевания; \*\* -  $p$  – достоверность статистических различий между показателями у больных РС в стадии обострения и ремиссии.

Поскольку одной из поставленных задач являлась оценка выраженности мембрано - дестабилизирующих процессов при РС, у части больных были проведены специальные биохимические исследования. Важным показателем активности мембрано-дестабилизирующих процессов является уровень функциональной активности эндогенных фосфолипаз и динамика накопления липоперекисей. Изменение данных показателей в зависимости от стадии РС представлены табл. 3.

Содержание липоперекисей (ДК и ШО) статистически достоверно повышено в мембранах всех клеток крови (эритроциты, тромбоциты, лимфоциты) у больных РС в стадии обострения заболевания. В тромбоцитарных мембранах эти показатели остаются стабильно высокими и в период ремиссии. В мембранах лимфоцитов и эритроцитов содержание липоперекисей в стадии ремиссии процесса имеет тенденцию к снижению, но не достигает нормативных показателей. В период обострения заболевания наблюдается также более высокий уровень активности фосфолипазы  $A_2$ , чем в период ремиссии, при этом повышение активности фермента наблюдается преимущественно в лимфоцитарных и эритроцитарных мембранах больных РС. В период ремиссии в эритроцитарных мембранах этот показатель начинает снижаться, хотя не достигает нормативных параметров, в то время как в лимфоцитарных мембранах становится даже ниже нормы [3, 9, 15]. Снижение уровня активности фосфолипазы  $A_2$  в лимфоцитах при ремиссии РС является предиктором стабилизации лимфоцитарных мембран и биохимической основой клинической ремиссии заболевания. Таким образом, уровень активности фосфолипазы  $A_2$  и содержание продуктов ПОЛ в мембранах клеток крови патогенетически значимы в возникновении обострения РС.

Одним из важнейших механизмов, регулирующих активность процессов ПОЛ является состояние системы антиоксидантной защиты в организме больного [4, 5, 7, 14]. При обострении РС статистически достоверно повышается активность каталазы в тромбоцитах больных. В состоянии ремиссии в тромбоцитарных мембранах статистически достоверно повышается активность супероксиддисмутазы (СОД) и каталазы. Система антиоксидантной защиты в тромбоцитах испытывает напряжение при обострении РС, возникает несостоятельность отдельных ее звеньев (СОД и каталаза в период обострения не реагируют в достаточной степени), что является одним из факторов, лежащих в основе эскалации заболевания. В лимфоцитарных и эритроцитарных мембранах происходит снижение активности СОД и каталазы, а степень этой депрессии закономерно усугубляется в период обострения РС [8].

Анализ показателей системы антиоксидантной защиты у больных РС в разные стадии заболевания представлен в таблице 4.

Таким образом, дефицит или несостоятельность отдельных звеньев системы антиоксидантной защиты создает перспективу для формирования дестабилизации клеточных мембран. Это предположение подтверждается низким уровнем  $\alpha$ -токоферола при РС, что является результатом его активного потребления в условиях оксидантного стресса.

Активному воздействию на мембраны процессов перекисления со стороны эндогенных фосфолипаз подвергаются, прежде всего, мембранные липиды, в результате чего происходит модификация липидного бислоя клеточных мембран. Изменение липидного бислоя клеточных мембран у больных РС в зависимости от стадии заболевания представлено в таблице 5.

Анализ структуры липидной фазы мембран у больных РС на разных стадиях заболевания позволил продемонстрировать, что уровень холестерина в мембранах тромбоцитов и лимфоцитов сохраняется стабильно высоким независимо от стадии заболевания. Однако уровень общих фосфолипидов при обострении РС статистически достоверно ниже, чем в период ремиссии. В итоге интегральный показатель выраженности структурных изменений липидной фазы тромбоцитарных и лимфоцитарных

мембран (отношение холестерина/фосфолипиды) в значительно большей степени изменен в стадии обострения заболевания. Но и в период ремиссии соотношение холестерина/фосфолипиды при РС не соответствует нормативным параметрам.

Таблица 5

Структура липидной фазы мембран клеток крови и содержание кальция в клетках больных РС в зависимости от стадии заболевания (M±m)

Показатели	Величины анализируемых показателей		
	Здоровые, n=20	Обострение, n=42	Ремиссия, n=20
Показатели в тромбоцитарных мембранах			
ОХ, мкмоль/мл	0,291±0,02	0,47±0,032*	0,443±0,03*
ОФЛ, мкмоль/мл	0,184±0,016	0,07±0,005*	0,106±0,01* **
ОХ/ОФЛ	1,58	6,7	4,18
Показатели в лимфоцитарных мембранах			
ОХ, мкмоль/мл	0,69±0,12	0,85±0,01*	0,81±0,09*
ОФЛ, мкмоль/мл	0,243±0,011	0,095±0,02*	0,198±0,02**
ОХ/ОФЛ	2,8	8,9	4,0
ЛФХ, мкмоль/мл	0,019±0,001	0,04±0,003*	0,032±0,002* **
Показатели в эритроцитарных мембранах			
ОХ, мкмоль/мл	1,52±0,04	0,56±0,02* **	0,89±0,01*
ОФЛ, мкмоль/мл	0,516±0,03	0,386±0,01*	0,312±0,02*
ЛФХ, мкмоль/мл	0,048±0,04	0,22±0,003* **	0,04±0,004*

Примечание: p<0,05; \* - p – достоверность статистических различий между показателями у здоровых и больных РС в зависимости от стадии заболевания; \*\* - p – достоверность статистических различий между показателями у больных РС в стадии обострения и ремиссии.

Также установлено, что в различные фазы заболевания происходит накопление мембранодетергентной фракции – лизофосфатидилхолина (ЛФХ) в эритроцитарных и лимфоцитарных мембранах. При этом повышение содержания ЛФХ наиболее выражено при экзacerbации заболевания. Следовательно, в период обострения заболевания степень структурной перестройки клеточных мембран значительно больше, чем в период ремиссии.

Таким образом, выявленные изменения на модели клеток крови являются базовыми, коррелируют с тяжестью клинических проявлений РС, а значит, во многом их определяют. Активация перекисного окисления липидов не только постоянный спутник заболевания, но и один из существенных патогенетических механизмов, определяющих его течение и прогноз [10, 11].

Литература:

1. Асатиани В.С. Ферментные методы анализа. Москва, 1969. 740 с.

2. Брокерхоф Х., Дженсен Р. Липолитические ферменты. М.: Мир, 1978. 398 с.

3. Быченко С.М., Кичерова О.А. Связь тяжести клинических проявлений рассеянного склероза с выраженностью мембрано-дестабилизирующих процессов // Медицинская наука и образование Урала. 2009. Т. 10, № 2-1 (58). С. 17-19.

4. Быченко С.М., Кичерова О.А., Рейхерт Л.И. Роль антиоксидантной системы в патогенезе рассеянного склероза // Медицинская наука и образование Урала. 2011. Т. 12, №3 (67). С. 151-153.

5. Камзеев В.Д., Соколова А.А., Рейхерт Л.И., Быченко С.М., Кичерова О.А., Маркина О.Л., Замятина Е.А. Мембрано-дестабилизирующие процессы и состояние системы антиоксидантной защиты в эритроцитах больных рассеянным склерозом // Казанский медицинский журнал. 2005. Т. 86, № 5. С. 375-379.

6. Кичерова О.А. Патогенетическое значение мембрано-дестабилизирующих процессов и состояния системы антиоксидантной защиты при рассеянном склерозе и возможности их медикаментозной коррекции (проспективное исследование): Дисс... докт. мед. наук / ТюмГМУ, Пермь, 2013.

7. Кичерова О.А., Рейхерт Л.И. Активность системы антиоксидантной защиты при рассеянном склерозе // Тюменский медицинский журнал. 2017. Т. 19, № 2. С. 44-48.

8. Кичерова О.А., Рейхерт Л.И. Механизмы формирования патологического процесса при рассеянном склерозе и способы их коррекции // Медицинская наука и образование Урала. 2017. Т. 18, № 2 (90). С. 147-150.

9. Кичерова О.А., Рейхерт Л.И., Дурова М.В., Ревнивых М.Ю. Структурно-функциональная перестройка клеточных мембран в патогенезе рассеянного склероза // Тюменский медицинский журнал. 2017. Т. 19, № 1. С. 49-53.

10. Кичерова О.А., Рейхерт Л.И., Соколова А.А. Влияние глатирамера ацетата на патогенетические механизмы ремиттирующей формы рассеянного склероза // Академический журнал Западной Сибири. 2015. Т. 11, № 6 (61). С. 51-53.

11. Кравцов Ю.И., Кичерова О.А. Современные тенденции клинического течения рассеянного склероза (10-летнее проспективное исследование) // Современные проблемы науки и образования. 2012. № 6. С. 223.

12. Медди Э., Мэдди Э. Биохимическое исследование мембран. М: Мир, 1979. С. 227-249.

13. Рассеянный склероз. Кичерова О.А., Рейхерт Л.И., Быченко С.М. (ГОУ ВПО ТюмГМА Росздрава). Тюмень, 2007.

14. Рейхерт Л.И., Быченко С.М., Кичерова О.А., Подлзская И.Д., Тенина О.А., Соколова А.А. Роль окислительного стресса в механизмах формирования демиелинизирующего процесса при рассеянном склерозе // Неврологический вестник Журнал им. В.М. Бехтерева. 2006. Т. XXXVIII. № 3-4. С. 40-45.

15. Соколова А.А., Рейхерт Л.И., Кичерова О.А. Значимость мембрано-патологических процессов в тяжести клинических проявлений и прогнозе рассеянного склероза // Тюменский медицинский журнал. 2015. Т. 17, № 4. С. 47-51.

16. Шмидт Т.Е. Когнитивные нарушения и попытки их коррекции при рассеянном склерозе // Журнал неврологии и психиатрии. 2005. № 3. С. 34-41

17. Шмидт Т.Е. Рассеянный склероз / Т.Е. Шмидт, Н.Н. Яхно. М.: МЕДпресс-информ 2010. 267 с.

18. Arnon R., Aharoni R. Neuroprotection and neurodegeneration in MS and its animal model EAE effected by glatiramer acetate // J Neurol Transm. 2009. № 116. P. 1443-1449.

19. Ford C. Sustained efficacy and tolerability of glatiramer acetate in relapsing-remitting multiple sclerosis patients over 10 years/ C. Ford, K. Johnson, B. Brooks et al. // Proceeding of 19<sup>th</sup> Annual Meeting of theECTRIMS, 2003. 485 p.

#### JUSTIFICATION OF CLINICAL MANIFESTATIONS OF MULTIPLE SCLEROSIS FROM THE STANDPOINT OF IDEAS ABOUT THE BIO-CHEMICAL BASIS OF ITS PATHOGENESIS

O.A. Kicherova, L.I. Reichert, M.Yu. Revniviykh, T.V. Zueva

Mechanisms for the formation of a pathological process in multiple sclerosis remain insufficiently studied. Meanwhile, the key to finding promising methods of treatment aimed at the pathophysiological mechanisms of the disease is the stud-



ying of its pathogenesis. Objective: To study the changes of the main pathogenetic parameters of patients with multiple sclerosis. Materials and Methods: The article presents the results of a prospective (9-year) observation of 492 patients with multiple sclerosis in terms of the dynamics of clinical and pathogenetic indicators.

*Keywords:* multiple sclerosis, membrane-destabilizing processes, oxidative stress

## **ПРОСТРАНСТВЕННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВЫСОКОЧАСТОТНОГО ДИАПАЗОНА АЛЬФА-РИТМА ЭЭГ ЧЕЛОВЕКА ПРИ КОГНИТИВНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В УСЛОВИЯХ ЭКЗОГЕННЫХ ПОМЕХ**

*И.И. Коробейникова, Н.А. Каратыгин*

НИИ нормальной физиологии им. П.К. Анохина, г. Москва

E-mail: i\_korobeinikova@mail.ru

Цель исследования – установление связи пространственных характеристик высокочастотного альфа диапазона ЭЭГ с результативностью деятельности с переключением внимания в условиях экзогенных помех. Методы. У испытуемых (n=43; мужчины 19-21 года) исследовали пространственные характеристики альфа активности ЭЭГ, которая регистрировалась монополярно по схеме “10 – 20” и результативность когнитивной деятельности с переключением внимания. Деятельность моделировалась при помощи компьютеризованного теста Горбова-Шульте в условиях голосовой помехи. Когерентный анализ ЭЭГ проводили на основе быстрого преобразования Фурье (пакет программ BRAINSYS). Для всех пар отведений вычисляли средние значения функции когерентности в высокочастотном альфа-диапазоне (10-13 Гц) ЭЭГ. По изменению результативности деятельности в условиях слуховых помех выделены группы устойчивых (n=17) и не устойчивых к помехам (n=18) испытуемых. Результаты. Анализ когерентных взаимоотношений альфа потенциалов ЭЭГ на разных этапах обследования выявил определенную топографическую сеть функциональных связей по альфа-ритму, объединяющую височные, центральные и фронтальные зоны левого полушария коры головного мозга с локализацией фокуса этих связей в левой височной области. На этапах перед выполнением тестов, осложненных голосовой помехой и при выполнении самих тестов у помехоустойчивых испытуемых, в отличие от неустойчивых к помехе, уровень функционального взаимодействия на основе высокочастотных альфа потенциалов между входящими в эту сеть областями, был значимо ниже. Заключение. Меньшая когерентность высокочастотного альфа диапазона у испытуемых устойчивых к голосовой помехе может быть интерпретирована как свидетельство более выраженной активации коры при выполнении заданий на переключение внимания в условиях экзогенных помех. Предполагается, что низкая когерентность потенциалов высокочастотного альфа диапазона с фокусом в левой височной области, которая

устанавливается на этапе предшествующем непосредственной деятельности, способствует более эффективному сохранению устойчивости произвольного внимания в условиях, осложненных голосовыми помехами.

*Ключевые слова:* когнитивная деятельность, переключение внимания, экзогенные помехи, ЭЭГ, когерентность альфа-ритма

Необходимым условием успешного выполнения многих задач является способность быстрого переключения внимания с одного вида деятельности на другой с сохранением ее высокой результативности. Особенно актуально сохранение высокого уровня внимания в условиях, осложненных экзогенными помехами. Здесь на первый план выходит помехоустойчивость индивидов, т.е. способность сохранять нормальный уровень функционирования при действии "шума", который часто не поддается устранению [2]. Особую значимость приобретают исследования помехоустойчивости в сфере профессионального отбора кадров на специальности, связанные с работой, при выполнении которой велик риск ошибочных действий, ведущих к серьезным последствиям.

Огромная роль в функциональной организации внимания принадлежит альфа-ритму. Альфа-ритм называют ритмом спокойного бодрствования, формирующим динамическую основу системного взаимодействия структур мозга в разных видах сенсорной или когнитивной деятельности. В настоящее время в большом числе работ, демонстрирующих роль альфа-ритма в процессах селективного внимания, альфа-ритм рассматривается как тормозящий фильтр, роль которого состоит в повышении отношения сигнал/шум, служащий для отключения отвлекающей информации [9, 11, 12].

Установлено, что альфа-ритм не является унитарным феноменом, он неоднороден и состоит, по меньшей мере, из двух поддиапазонов: низкочастотного (8–10 Гц) и высокочастотного (10,5–13 Гц). В ответ на значимые стимулы, при решении тех или иных когнитивных задач они могут вести себя различно, а нередко изменяются в противоположном направлении [15]. Реакции этих поддиапазонов различаются и по топографии: изменения низкочастотного альфа-ритма, как правило, более распространены по коре. Предполагается, что он отражает базисную функцию селективного внимания на внешние сигналы. Реакция высокочастотного альфа-ритма более локальна, она связана с семантической памятью, с функцией когнитивного контроля, т.е. с нисходящими влияниями, источником которых служат внутренние представления, сформированные ранее в префронтальной коре и хранящиеся в долгосрочной памяти [16].

Информационные и мобилизационные эффекты избирательных механизмов внимания обеспечиваются двумя типами перестроек мозговой активности: локальными модально-специфичными функциональными объединениями и диффузной интегра-

цией корковых зон [1]. Исходя из вышеизложенного, возможно предположить, что между степенью интеграции корковых зон на основе альфа частот и устойчивостью внимания в условиях осложненных экзогенными помехами, может существовать определенная связь. В настоящем исследовании поставлена задача установления связи пространственных характеристик высокочастотного альфа диапазона ЭЭГ с результативностью деятельности с переключением внимания в условиях экзогенных помех.

#### Материалы и методы.

В исследовании на основе добровольного информированного согласия принимали участие 43 человека, юноши 19-21 года, правши с нормальной остротой зрения. Исследование проводилось с соблюдением основных правил биоэтики.

Целенаправленная деятельность моделировалась при помощи компьютеризованного теста Горбова-Шульте (красно-черные таблицы), который используется для оценки концентрации и скорости переключения внимания [7].

Во время обследования испытуемый находился в удобном кресле перед экраном монитора (17 дюймов). На мониторе отображалась квадратная таблица, состоящая из 24 красных и 25 черных квадратных ячеек с собственными номерами. Паттерны расположения пронумерованных квадратов для каждой серии были изначально заданы методом случайной генерации. Для всех испытуемых использовался одинаковый набор паттернов. Проведено две серии обследований, каждая из которых включала два задания. В первой серии на основе предварительной инструкции испытуемый должен был в первом задании (ЧК1) выбрать (указать курсором мыши) черные квадраты в порядке возрастания их номерных обозначений от (1 до 25), а затем красные квадраты в порядке убывания их номеров (от 24 до 1). Во втором задании (ЧК2) испытуемый должен был выбрать по очереди черные квадраты в порядке возрастания, а красные в порядке убывания: 1 черный, 24 красный, 2 черный, 23 красный и т.д. Во второй серии обследования испытуемому предлагали выполнить те же задания в сопровождении голосовой помехи (ГП): чтение диктором цифр от 1 до 25 в случайном порядке, не совпадающим с порядком указания испытуемым номеров квадратов и частотой одна цифра в две секунды.

По результатам выполнения компьютерной задачи для каждого испытуемого вычисляли следующие показатели: время между последовательными кликами по квадратам, величина которого усреднялась по каждому заданию (среднее время клика, мс); общее время выполнения каждого задания (с); число ошибок в каждом задании – включая ошибки последовательности и неверное указание цвета квадрата. Если испытуемый сбивался и отказывался от дальнейшего выполнения задания, оставшееся количество квадратов расценивалось как ошибки.

По временным параметрам выполнения заданий в двух сериях обследования рассчитывалось время переключения внимания (ВПВ1 и ВПВ2), как разница между временем выполнения заданий ЧК2 и ЧК1. Разницу между ВПВ2 и ВПВ1 расценивали как характеристику помехоустойчивости испытуемого (показатель помехоустойчивости ППУ). Помехоустойчивыми считались испытуемые, которые в условиях ГП показывали меньшее ВПВ, т.е. ППУ имел отрицательные значения. Испытуемые, которые в условиях ГП демонстрировали большее время поиска цифр, и ППУ соответственно имел положительные значения, характеризовались как помехоустойчивые.

ЭЭГ регистрировали в исходном состоянии при открытых глазах (Фон ОГ) и при выполнении заданий без голосовой помехи (ЧК1 и ЧК2) и при ее наличии (ЧК1+ГП и ЧК2+ГП) с помощью электроэнцефалографа «Нейрон-спектр» (г. Иваново) монополярно по схеме «10–20» в (О2, О1), теменных (Р4, Р3), центральных (С4, С3), лобных (F4, F3) и височных (Т4, Т3) отведениях. Объединенные референтные электроды располагались на мочках ушей. Полоса фильтрации составляла 0,5–35,0 Гц, постоянная времени – 0,32 с, режестивный фильтр – 50 Гц. После регистрации все записи ЭЭГ были переведены в компьютерную систему анализа и топографического картирования электрической активности мозга «BRAINSYS» для Windows и обработаны с помощью аппаратно-программного комплекса «НЕЙРО-КМ» (ООО «Статокин», г. Москва). Артефакты исключали из анализируемой записи с использованием возможностей программного комплекса «BRAINSYS». Когерентный анализ ЭЭГ проводили на основе быстрого преобразования Фурье (пакет программ BRAINSYS). Эпоха анализа составляла 4 сек при длительности каждого фрагмента в 1 мин, частота оцифровки – 200 Гц. Для всех пар отведений вычисляли средние значения функции когерентности (Кког) в высокочастотном диапазоне альфа (10-13 Гц) ЭЭГ.

Для статистической обработки и представления результатов использовали пакет STATISTICA v.6. При нормальном распределении анализируемых показателей вычисляли среднее значение ( $M$ ) и стандартную ошибку среднего ( $m$ ). Достоверность различий анализируемых показателей у студентов выделенных групп оценивали с помощью дисперсионного анализа «Breakdown and one-way ANOVA». Достоверность изменения значений показателей в разных ситуациях у одной группы испытуемых оценивали с использованием  $t$ -критерия для связанных выборок.

#### Результаты и обсуждение.

Анализ ВПВ показал, что в среднем по группе испытуемых оно составило в первой серии обследования 101,1±5,3 с при минимальных и максимальных значениях 35,2 с и 176,7 с и во второй се-

рии при наличии ГП 100,6±5,2 с при минимальных и максимальных значениях 48,3 с и 179,9 с соответственно. Значения ППУ изменялись от (-71,3) до 65,6. На основании этого были выделены две группы испытуемых. В 1-ю группу помехоустойчивых (17 человек) вошли испытуемые, ВПВ которых снижалось в условиях ГП на 10 и более сек. 2-ю группу помехонеустойчивых (18 человек) составили испытуемые, у которых ВПВ в условиях помехи увеличивалось на 10 сек и более.

Параметры результатов выполнения заданий представлены в табл. 1.

Таблица 1

Параметры результата выполнения теста «Красно-черные таблицы» у испытуемых 1-й и 2-й групп

Параметры результата	1 группа	2 группа	p=
ВПВ 1, с	125,7±6,6	85,7±7,1	0,0003
ВПВ 2, с	87,0±7,9	119,1±6,3	0,003
ВПВ2-ВПВ1 (ППУ), с	-38,6±4,9	33,4±4,7	0,000
ЧК1, t клика, мс	1968±61,4	2081±106,2	-
ЧК1, t выполнения, с	98,5±3,1	105,4±5,5	-
ЧК1 ошибки	0,25±0,1	0,68±0,4	-
ЧК1+ ГП, t клика, мс	2005±59,1	1963±112,2	-
ЧК1+ГП,t выполнения, с	100,9±2,9	97,7±5,5	-
ЧК1+ ГП, ошибки	0,19±0,1	0,16±0,1	-
ЧК2, t клика, мс	4385±189,9	3868±193,3	0,049
ЧК2, t выполнения, с	224,1±8,5	191,1±9,7	0,017
ЧК2 ошибки	4,62±0,9	2,26±0,6	0,039
ЧК2+ ГП, t клика, мс	3835±185,3	4321±217,6	-
ЧК2+ГП, t выполнения,с	187,2±9,1	216,8±10,4	0,043
ЧК2+ ГП, ошибки	2,68±0,8	3,0±0,7	-

Из представленных в ней данных следует, что ВПВ в условиях ГП (ВПВ2) у испытуемых 1-й группы достоверно ( $p=0,0007$ ) снижался, у испытуемых 2-й группы достоверно ( $p=0,0012$ ) увеличивался. По результативности задания ЧК1 в условиях ГП, так и без нее, испытуемые выделенных групп достоверно не различались. По параметрам результата выполнения более сложного задания ЧК2 испытуемые 1-й группы отличались от испытуемых 2-й достоверно большим временем клика, временем выполнения и большим количеством допущенных ошибок. Наличие ГП приводило к противоположным результатам. Анализ параметров результата в пределах каждой группы показал, что при выполнении ЧК2 + ГП, по сравнению с ЧК2 у испытуемых 1-й группы достоверно снижалось время клика ( $p=0,046$ ) и время выполнения ( $p=0,0057$ ), у испытуемых 2-й группы наблюдалось достоверное ( $p=0,049$ ) увеличение времени выполнения ЧК2 + ГП. Это приводило к тому, что в этой ситуации у испытуемых 1-й группы по сравнению с испытуемыми 2-й, имело место меньшее время выполнения задания (табл. 1).

Таким образом при выполнении ЧК2 в условиях ГП у испытуемых 1-й группы в отличие от испытуемых 2-й наблюдалось снижение исходно высокого времени его выполнения и уменьшение количества допущенных ошибок.

Значения Кког высокочастотных альфа потенциалов у испытуемых 1-й и 2-й групп на разных этапах обследования представлены в таблице 2. Анализ Кког высокочастотных альфа потенциалов ЭЭГ установил, что значимые различия между испытуемыми выделенных групп имели место только в трех парах отведений Т3-Р3, Т3-С3 и Т3-Ф3. Таким образом, различия касаются только левого полушария с регионарным фокусом в левой височной области коры. Следует отметить, что в исходном состоянии (Фон ОГ перед первой серией заданий), а также при выполнении тестов ЧК1 и ЧК2, значения Кког высокочастотного альфа диапазона во всех трех парах отведений были ниже у испытуемых 1-й группы, однако достоверного уровня значимости различия не достигали. Дальнейший анализ Кког показал, что на этапе предшествующим выполнению заданий с голосовыми помехами (Фон ОГ перед второй серией заданий) значения Кког у испытуемых 1-й группы были достоверно ниже во всех трех парах отведений. Выполнение тестов при наличии голосовой помехи также сопровождалось значимо меньшими значениями Кког во всех трех парах отведений ЭЭГ испытуемых 1-й группы по сравнению со 2-й.

Таким образом, анализ когерентных взаимоотношений высокочастотных альфа-потенциалов установил, что улучшению результативности (уменьшение времени поиска цифр и количества ошибок) у помехоустойчивых испытуемых в условиях голосовых помех, соответствует более низкая степень кооперации височно-лобно-центральных левых областей коры на основе высокочастотных альфа потенциалов с фокусом взаимосвязанной активности в левой височной области.

Встает вопрос, почему регионарный фокус взаимосвязанной активности выявлен именно в левой височной области?

В первую очередь следует отметить, что поскольку в данном обследовании выполнение заданий второй серии проходило на фоне голосовой помехи, то анализ ситуации производился с преимущественным участием левой височной коры, поскольку верхне-височные отделы левого полушария, являются основным аппаратом анализа речевых звуков [6]. Учитывая специфику предложенной в настоящем исследовании задачи, следует обратить внимание на результаты исследований, где указывается на возможность выполнения вычислительных операций с опорой на аналитические стратегии именно левого полушария [8].

Значения Кког альфа2 (10-13 Гц) диапазона ЭЭГ ( $M \pm m$ ) у испытуемых 1-й и 2-й групп на разных этапах обследования

Этапы обследования	Группы	Пары отведений ЭЭГ		
		T3-P3	T3-C3	T3-F3
Фон ОГ перед первой серией заданий	1 гр.	0,552±0,04	0,464±0,04	0,284±0,036
	2 гр.	0,635±0,04	0,546±0,04	0,372±0,04
	$p =$	-	-	-
Тест ЧК1	1 гр.	0,537±0,03	0,456±0,03	0,346±0,03
	2 гр.	0,569±0,03	0,494±0,03	0,395±0,02
	$p =$			
Тест ЧК2	1 гр.	0,531±0,02	0,433±0,03	0,334±0,03
	2 гр.	0,562±0,03	0,495±0,03	0,391±0,03
	$p =$			
Фон ОГ перед второй серией заданий	1 гр.	0,554±0,02	0,435±0,04	0,258±0,04
	2 гр.	0,661±0,02	0,549±0,03	0,404±0,03
	$p =$	0,002	0,042	0,005
Тест ЧК1+ ГП	1 гр.	0,532±0,02	0,451±0,02	0,341±0,03
	2 гр.	0,618±0,02	0,545±0,02	0,419±0,02
	$p =$	0,009	0,011	0,048
Тест ЧК2+ГП	1 гр.	0,533±0,01	0,484±0,03	0,328±0,03
	2 гр.	0,599±0,03	0,533±0,02	0,425±0,02
	$p =$	0,049	0,015	0,021

Наличие фокуса функциональных связей в левой височной области, обнаруженного в настоящем исследовании, согласуется с данными работ, где показаны активация лобных и лобно-височных структур левого полушария и рост функционального взаимодействия между ними (на основе тета потенциалов) при решении когнитивных задач и при выработке стратегии ее выполнения [5].

Таким образом, локализация регионарного фокуса взаимосвязанной активности высокочастотных альфа потенциалов в левой височной области с учетом специфики предложенного в настоящем исследовании задания (поиск квадратов с числами по возрастанию, убыванию или чередованию этих действий) представляется закономерным.

Считается, что снижение уровня альфа синхронизации, вызвано активацией процессов зрительного внимания [10]. Альфа-синхронизация связана с нисходящими процессами тормозного контроля корковой обработки стимула, тогда как рассинхронизация в этом диапазоне отражает распространение активационных процессов. Рассинхронизация в альфа диапазонах связывается с семантической долговременной памятью и активацией таламокортикальной системы [13, 14]. В связи с вышеизложенным и принимая во внимание данные настоящего исследования о более низкой кооперации на основе высокочастотного альфа ритма корковых зон левого полушария, возможно предположить, что у помехоустойчивых испытуемых активация процессов зрительного внимания выражена в большей степени.

Интересно отметить, что достоверно более низкая степень взаимодействия областей на основе высокочастотного альфа ритма у помехоустойчи-

вых испытуемых устанавливается на этапе предшествующем выполнению заданий, после получения инструкции о предстоящем осложнении выполнения заданий голосовой помехой и остается на этом уровне при непосредственном выполнении тестов в этих условиях. В этой связи следует обратить внимание на то, что реакция именно высокочастотного альфа ритма связана с нисходящими влияниями, источником которых служат внутренние представления, сформированные ранее и хранящиеся в долгосрочной памяти. Так, например, было показано, что синхронизация альфа-ритма, особенно ее высокочастотной составляющей, происходит на отрезках времени до решения целевой когнитивной задачи, при этом не наблюдалось изменения низкочастотных составляющих альфа ритма [3, 4].

Таким образом, отличительной особенностью испытуемых, устойчивых к экзогенной слуховой помехе является относительно низкий уровень кооперации высокочастотных альфа потенциалов ЭЭГ теменно-центральной и фронтальной зон левого полушария с региональным фокусом активности в левой височной области, который устанавливается непосредственно перед выполнением заданий, осложненных слуховой помехой.

Литература:

1. Дубровинская Н.В., Мачинская Р.И., Кулаковский Ю.В. Динамический характер и возрастная обусловленность функциональной организации мозга при внимании // Журнал высш. нерв. деятельности им. И.П. Павлова 1997. Т. 47, № 2. С. 196-207.
2. Душков Б. А., Ломов Б. Ф., Смирнов Б. А. Хрестоматия по инженерной психологии / Под ред. Б.А. Душкова: Учеб. пособие. М.: Высш. Шк. 1991.
3. Костандов Э.А., Черемушкин Е.А., Ашкинази М.Л., Яковенко И.А. Изменения вызванной корковой электрической активности на разных отрезках времени между предупреждающим и целевым стимулами // Журн. высш. нерв. деятельности. 2011. Т. 61, № 6. С. 687.

4. Костандов Э.А., Черемушкин Е. А. Изменения низко и высокочастотных колебаний альфа диапазона ЭЭГ в интервалах между значимыми зрительными стимулами // Физиология человека. 2013. Т. 39, № 4. С. 5–12.
5. Кошелев Д.А., Мачинская Р.И. Функциональное взаимодействие корковых зон в процессе выработки стратегии когнитивной деятельности. Анализ когерентности тета ритма ЭЭГ // Физиология человека. 2010. Т. 36, № 6. С. 55–60.
6. Лурия А.Р. Высшие корковые функции человека и их нарушения при локальных поражениях мозга. Ид-во Московского университета. 1962.
7. Методика Горбова «Красно-черная таблица». Альманах психологических тестов. М. 1995. С. 117-118.
8. Морозова Л.В. Специфика психофизиологического обеспечения зрительного восприятия детей 7-8 лет с разным темпом его формирования // Журнал медико-биологических исследований. 2016. № 1. С. 63-72.
9. Павлова Л. П. Доминанты деятельности мозга человека. СПб.: Информ-Навигатор, 2017. 430 с.
10. Bollimunta A., Mo J., Schroeder C.E., Ding M. Neuronal mechanisms and attentional modulation of corticothalamic alpha oscillations // J. Neurosci. 2011. V. 31, № 13. P. 4935-4943.
11. Foxe J.J., Snyder A.C. The role of alpha-band brain oscillations as a sensory suppression mechanism during selective attention // Frontiers in psychology. 2011. V. 2. P. 154.
12. Jensen O., Mazaheri A. Shaping functional architecture by oscillatory alpha activity: gating by inhibition // Frontiers in human neuroscience. 2010. V. 4. P. 186.
13. Klimesch W., Sauseng P., Hanslmayr S. EEG alpha oscillations: the inhibition-timing hypothesis // Brain Res Rev. 2007. V. 53, № 1. P. 63-88.
14. Klimesch W. EEG alpha and theta oscillations reflect cognitive and memory performance: a review and analysis // Brain Res Rev. 1999. V. 29 (2-3). P. 169-195.
15. Klimesch W., Doppelmayr M., Schwaiger J. et al. "Paradoxical" alpha synchronization in a memory task // Cogn. Brain Res. 1999. V. 7. P. 493.
16. Klimesch W., Freunberger R., Sauseng P. Oscillatory mechanisms of process binding in memory // Neurosci. Behav. Rev. 2010. V. 34. P. 1002.

#### SPATIAL CHARACTERISTICS OF HUMAN EEG HIGH-FREQUENCY RANGE ALPHA RHYTHM IN COGNITIVE ACTIVITY IN CONDITIONS OF EXOGENOUS NOISE

I.I. Korobeinikova, N.A. Karatygin

P.K. Anokhin Research Institute of Normal Physiology, Russia, Moscow

**Aim:** establishing a connection between the spatial characteristics of EEG high-frequency alpha range and efficiency of cognitive activity with attention switching in the conditions of exogenous noise. **Methods.** EEG was registered monopolar, by system of '10-20' while right-handed healthy participants (n=43; 19-21 year old) passed through Gorbov-Shulte's computer-aided test in form of red-black tables accompanied by the voice noise. Analysis of coherence was performed basing on fast Fourier transform (BRAINSYS software). Average value of the coherence function of high-frequency alpha band (10-13 Hz) was calculated for all pairs of electrodes. Group of noise stable (n=17) and noise non-stable (n=18) subjects were marked, basing on differences between efficiency of their cognitive activity. **Results.** Analysis of coherent interactions of EEG alpha potentials on different stages of examination detected a determined topographic net of functional bonds of high-frequency alpha rhythm, which combines temporal, central and frontal zones of cortex with focus localization in the left temporal area. It was revealed that in the stages before the tests and when performing the tests in conditions of exogenous noise noise-sustainable subjects had lower level of functional bonds of high-frequency alpha rhythm between areas, which were included into the net, comparing to noise

non-sustainable subjects. **Conclusions.** Low coherence of high-frequency alpha bond in noise-sustainable subjects can be interpreted as evidence of a more pronounced cortex activation while performing attention switching tasks in conditions of exogenous noise. It is supposed that low coherence of high-frequency alpha bond with focus localization in the left temporal area, which is established at the stage preceding the direct activity, contributes better maintain of sustainable attention in conditions of exogenous noise.

**Keywords:** cognitive activity, attention switching, exogenous noise, EEG, coherence alpha rhythm

#### ВЗАИМОСВЯЗЬ МЕЖДУ ПАРАМЕТРАМИ СИСТЕМНОЙ ГЕМОДИНАМИКИ И ИЗМЕНЕНИЯМИ КРОВОТОКА В СОННЫХ АРТЕРИЯХ ПРАВОГО И ЛЕВОГО МОЗГА

Л.В. Мезенцева

НИИ нормальной физиологии им. П.К.Анохина, г. Москва

E-mail: l.v.mezentseva@mail.ru

Целью работы явилось исследование изменений объемной скорости кровотока в сонных артериях правого и левого мозга при изменении параметров системной гемодинамики. Опыты проводили на 19 котках, наркотизированных пентобарбиталом за 2-3 ч. до начала измерений. Анализировали синхронно зарегистрированные ультразвуковым методом в правой и левой общих сонных артериях показатели объемной скорости кровотока и параметры системной гемодинамики – артериальное давление и частоту сердечных сокращений. Выведены регрессионные уравнения, описывающих зависимости объемной скорости кровотока в сонных артериях от артериального давления и частоты сердечных сокращений. Результаты исследований свидетельствуют, что в основе пространственно - временной упорядоченности гемодинамики лежит комплементарность как в поведении, так и в строении левого и правого русла.

**Ключевые слова:** параметры кровотока, сонные артерии, гемодинамика, асимметрия

В настоящее время накоплены многочисленные экспериментальные данные, позволяющие идентифицировать функциональные различия микрососудистой системы коры двух полушарий мозга [5-8]. Однако эти данные пока не дают возможности понять физиологические механизмы регуляции кровоснабжения мозга с позиций системной целостности кровеносного русла и пространственно-временной организации системы кровообращения. Для дальнейшего анализа специфики функционирования симметричных бассейнов необходимо сравнивать основные свойства этих сосудистых регионов в целом, в том числе и специфику их взаимосвязи с основными гемодинамическими параметрами – артериальным давлением (АД) и частотой сердечных сокращений (ЧСС). Поэтому целью настоя-

шей работы явилось сравнительное исследование параметров кровотока в магистральных (общих сонных) артериях правого и левого мозга и их сравнение с параметрами системной гемодинамики

Методика.

Опыты проводили на 19 котах массой около 3,5 кг, наркотизированных пентобарбиталом внутривенно в дозе 40 мг/кг за 2-3 ч. до начала измерений. Измерения параметров кровотока в магистральных (общих сонных) артериях правого и левого мозга проводили ультразвуковым методом с помощью специально выполненных датчиков, калиброванных в единицах объемной скорости кровотока (мл/мин) по методике, описанной в работе [2]. ЧСС регистрировали кардиотахометром, запускаемым сигналом фазового кровотока. Давление в бедренной артерии измеряли микроманометром. Запись производили с помощью регистратора Н 3031. Синхронно зарегистрированные в правой и левой общих сонных артериях показатели объемной скорости кровотока (ОСК) и параметры системной гемодинамики подвергали дальнейшему математическому анализу, который включал в себя: статистический анализ; корреляционный анализ; нелинейный регрессионный анализ.

При оценке степени корреляционной взаимосвязи принималось, что при  $|r| < 0,4$  степень связи практически отсутствует; при  $0,4 < |r| < 0,6$  – умеренная степень связи; при  $0,6 < |r| < 1$  – сильная степень связи. Расчеты проводили с применением стандартных статистических методов, входящих в пакеты прикладных программ Excel for Windows, v. 6.0.

Результаты исследований показали наличие явно выраженной лево-правосторонней асимметрии взаимосвязей показателей объемной скорости кровотока с показателями системной гемодинамики.

Таблица 1

Значения коэффициентов корреляции между показателями объемной скорости кровотока (ОСК) в левой (Улев, мл/мин) и правой (Управ, мл/мин) общих сонных артериях и параметрами системной гемодинамики АД(мм.рт. ст.) и ЧСС(уд/мин)

ОСК	Улев	Управ	АД	ЧСС
Улев	1,00	-0,39	0,16	-0,61**
Управ	-0,39	1,00	-0,70**	-0,26
АД	0,16	-0,70**	1,00	0,45*
ЧСС	-0,61**	-0,26	0,45*	1,00

Примечание:  $0 < |r| < 0,4$ ;  $*0,4 \leq |r| < 0,6$ ;  $**0,6 \leq |r| < 1$

В таблице 1 представлены результаты корреляционного анализа, характеризующего эти взаимосвязи. Из этой таблицы можно видеть, что кровоток в левой артерии связан многократно более выраженной отрицательной зависимостью с ЧСС ( $r = -0,61$ ), чем кровоток в правой артерии ( $r = -0,26$ ). В правой артерии более выражена отрицательная корреляция с АД ( $r = -0,70$ ). Дальнейший регрессион-

ный анализ зависимостей Управ и Улев от АД и ЧСС также показал наличие функциональной асимметрии кровотока правой и левой сонных артерий. Оказалось, что если кровоток в левой артерии описывается параболической зависимостью от АД:

$$Улев = - 0, 022 АД^2 + 6,181 АД - 394,3 \quad (1),$$

то для правой артерии имеет место полиномиальная зависимость 3-го порядка:

$$Управ = 0,001АД^3 - 0,398 АД^2 + 51,8 АД - 2178,9 \quad (2).$$

Аналогично и для зависимостей ОСК от ЧСС: кровоток в левой артерии описывается параболической зависимостью от ЧСС:

$$Улев = 0,0012 ЧСС^2 - 0,57 ЧСС + 88,87 \quad (3),$$

а для правой артерии имеет место полиномиальная зависимость:

$$Управ = - 4E^{-05} ЧСС^3 + 0,018 ЧСС^2 - 2,872 ЧСС + 168,92 \quad (4).$$

Таким образом, результаты регрессионного анализа показали, что взаимосвязи между параметрами системной гемодинамики и параметрами кровотока в общих сонных артериях правого и левого мозга носят нелинейный характер, с явно выраженной спецификой взаимодействия левого и правого русла с АД и ЧСС. Левое русло взаимодействует как с АД, так и с ЧСС по параболическому типу, причем это взаимодействие носит комплементарный характер, т.к. параболы, описывающие зависимости Улев(АД) и Улев(ЧСС) направлены в противоположные стороны (коэффициенты при членах регрессионных уравнений левосторонней и правосторонней параболы имеют противоположные знаки). Правое русло взаимодействует как с АД, так и с ЧСС по полиномиальному типу, причем это взаимодействие также носит комплементарный характер, т.к. коэффициенты при членах регрессионных уравнений, описывающих зависимости Управ (АД) и Управ (ЧСС) имеют противоположные знаки.

На рис. 1 показаны зависимости ОСК в сонных артериях от АД (рис. 1А) и ЧСС (рис. 1Б), из которого можно видеть, что в исходном состоянии зависимость ОСК правой артерии от АД имеет вид, характерный для ауторегуляции с элементом "перерегуляции", которая особенно выражена в области низких значений АД, когда величина кровотока справа значительно превышает кровоток слева. Таким образом, результаты проведенных исследований свидетельствуют о том, что параметром системной гемодинамики, активно взаимодействующем с правым бассейном, является АД, а с левым – ЧСС. Анализ кривых на рис. 1 также показывает, что формирование динамической конструкции основано на раздельном дифференцировании в симметричных кровеносных руслах, а именно, кровоток в левом русле в большей степени зависит от ЧСС, а в правом от АД, то есть динамической и статической составляющей общего входного сигнала.

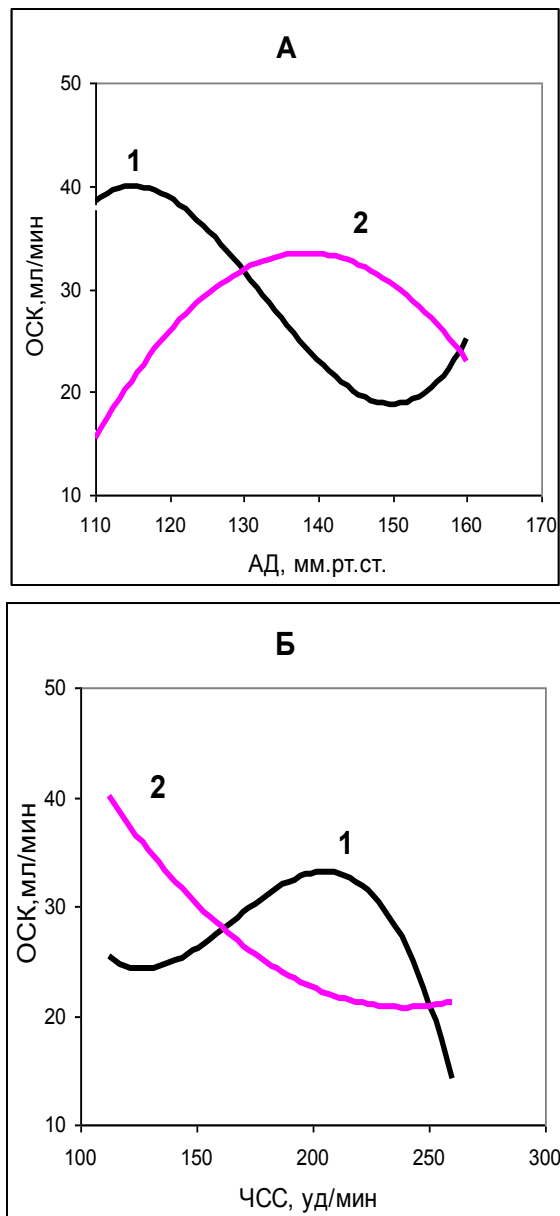


Рис. 1. Зависимость объемной скорости кровотока (ОСК) в сонных артериях от АД и ЧСС (А. 1 – зависимость ОСК в правой артерии от АД, 2 – зависимость ОСК в левой артерии от АД. Б.1 – зависимость ОСК в правой артерии от ЧСС, 2 – зависимость ОСК в левой артерии от ЧСС. Ось абсцисс вверху – АД (мм. рт. ст.), внизу – ЧСС (уд./мин). Ось ординат – ОСК (мл/мин).

Таким образом, результаты исследований показали, что системы симметричных русел строго скоординированы в своей организации и поведении, определяющем объем пропускаемой крови, причем непосредственными факторами, определяющими экстенсивность гемодинамической системы, являются частота сердечных сокращений (ЧСС) и величина артериального давления (АД).

Из анализа кривых на рис. 1 также следует, что существует двухуровневая организация сосудистого русла – собственно самоорганизация, отраженная в пассивной, параболической зависимости ОСК (АД)

слева и активная саморегуляция в ответ на возмущающие воздействия, отраженная в бимодальной кривой ОСК (АД) справа (рис1А). Аналогичное справедливо и для кривых ОСК (ЧСС) слева и ОСК (ЧСС) справа. «Перекрещивающиеся» – пассивные и активные зависимости объемной скорости кровотока в правой и левой артериях от ЧСС и величины АД выявляют структурно закрепленный уровень самоорганизации и дополняющий его – подвижный уровень саморегуляции во внутренней структуре этого динамического двуединого блока.

То обстоятельство, что закрепленные различия сохраняются на уровне снабжаемого органа, подтверждается зеркальными соотношениями в структуре правого и левого русла в распределении величин морфометрических показателей по удельной протяженности (длины) видимого сосудистого русла и среднего диаметра сосудов, о чем свидетельствуют результаты экспериментальных исследований [1, 4]. Сравнение исходных характеристик пиальной системы симметричных теменных областей правого и левого полушарий показало, что удельная длина видимого сосудистого русла достоверно выше в левом полушарии. Величина среднего диаметра сосудов, напротив, выше справа. Кроме того, оказалось, что распределение величин морфометрических показателей в левой теменной зоне по форме ближе к нормальному, чем в правой. Это указывает на большую стабильность пиальной системы левой зоны и более низкий уровень спонтанных вазомоций, что свидетельствует о более высоком миогенном тоне сосудов бассейна правой артерии и их более высокой вазомоторной активности.

Таким образом, проведенные исследования показали, что особенности гемодинамики левого и правого русла согласуются с морфометрическими различиями этих русел и свидетельствуют о том, что в основе пространственно-временной упорядоченности гемодинамики лежит комплементарность как в поведении, так и в строении левого и правого русла.

#### Литература:

1. Ногина С.П., Советов А.Н., Шинкаренко В.С., Михайлова И.М. Прижизненная морфометрическая характеристика пиальной сосудистой сетки при контралатеральном охлаждении коры головного мозга кошки // Бюлл. эксп. биол. и мед. 1986. № 5. С. 551-553.
2. Ногина С.П., Саноцкая Н.В., Мацеевский Д.Д. Синхронные изменения кровотока в двух общих сонных артериях кошки в условиях системной прессорной реакции на введение катехоламинов // Бюлл. эксп. биол. и мед. 1988. № 2. С. 134-139.
3. Ногина С.П., Саноцкая Н.В., Мацеевский Д.Д. Особенности гемодинамического режима в правой и левой общих сонных артериях кошки // Бюлл. эксп. биол. и мед. 1988. № 4. С. 414-417.
4. Ногина С.П., Советов А.Н. Топологические особенности пиальной сосудистой сети и факторы устойчивости церебральной гемодинамики. Сб. мат-лов II Междунар. конф. «Микроциркуляция и гемореология». Ростов на Дону, 1999. С. 40-41.
5. Divani A.A., Qureshi A.I., Hoffman K.R., Suri M.F., Kirmani J.F. Comparison of asymmetry in cerebral blood flow between brain hemispheres using digital subtraction angiography // Neuroimaging. 2006. V. 16, № 2. P. 139-145.
6. Magnoni M.S., Govoni S., Cappellato G., Trabucchi M. Study of brain capillary neuronal regulation as a tool to investigate cerebral asymmetries // Funct Neurol. 1986. V. 1, № 2. P. 105-111.

7. Margolis R.L., Black R.S., Robinson R.G. Asymmetrical cerebrovascular response to right and left hemisphere cortical suction lesions in the rat // Brain Res. 1984. V. 13, № 308 (2). P. 337-340.
8. Schmidt E.A., Piechnik S.K., Smielewski P. et al. Symmetry of cerebral hemodynamic indices derived from bilateral transcranial Doppler // J. Neuroimaging. 2003. V. 13, № 3 P. 248-254.

#### THE RELATIONSHIP BETWEEN THE PARAMETERS OF SYSTEMIC HEMODYNAMIC AND CHANGES IN BLOOD FLOW IN THE CAROTID ARTERIES OF THE RIGHT AND LEFT BRAIN

L.V. Mezentseva

Anokhin Institute of Normal Physiology, Moscow, Russia

The present study aims to investigate changes in the volumetric blood flow rate in the carotid arteries of the right and left brain when changing the systemic hemodynamics parameters. The experiments were performed in 19 cats anesthetized with pentobarbital 2-3 hours before the measurements. The parameters of volumetric blood flow rate simultaneously registered in the right and left common carotid arteries and the parameters of systemic hemodynamics – blood pressure and heart rate were analyzed. Regression equations describing the dependence of the volume blood flow rate in the carotid arteries on blood pressure and heart rate were derived. The results show that the spatial-temporal ordering of the hemodynamic is based on complementarity both in behavior and in the structure of the left and right vascular bed.

**Keywords:** blood flow parameters, carotid arteries, hemodynamic, asymmetry

#### ОСОБЕННОСТИ ЭКСПРЕССИИ ГЕНА *CCND1 (BCL1)* ЦИКЛИНА D1-РЕГУЛЯТОРА КЛЕТОЧНОГО ЦИКЛА В РАЗЛИЧНЫХ СТРУКТУРАХ МОЗГА ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ ДОЛГОВРЕМЕННОЙ ПАМЯТИ У ВЗРОСЛЫХ КРЫС

М.А. Грудень, А.М. Ратмиров, З.И. Сторожева

НИИ нормальной физиологии им. П.К. Анохина, г. Москва

E-mail: mgruden@mail.ru

Целью настоящего исследования явилось сравнительное изучение уровня транскрипционной активности гена *CCND1 (BCL1)*, продукт которого циклин D1 принимает участие в регуляции G1-фазы клеточного цикла в релевантных церебральных структурах при формировании долговременной пространственной памяти у половозрелых крыс самцов Wistar. Методы. В поведенческих экспериментах использовали 2-е группы животных, а именно, группу крыс, подвергнувшихся принудительному плаванию (активный контроль) и группу обученных животных, у которых вырабатывали пространственный навык нахождения скрытой платформы в водном лабиринте Морриса. В качестве контроля служили нативные животные того же возраста и пола, не проходившие экспериментальный протокол. В генетических экспериментах для изучения экспрессии гена *CCND1 (BCL1)* в церебральных структурах в группах нативных крыс, «активного контроля» и обученных животных применяли метод ПЦР в режиме реального времени. Результаты. По-

казано, что критерием установления прочной долговременной памяти являлся тот факт, что время достижения платформы в конце 4-го сеанса на 4-й день обучения составляло менее 10 секунд. Выявлена специфическая и разнонаправленная экспрессия гена *CCND1 (BCL1)* у животных из группы «активного контроля» в гиппокампе, отличающаяся от таковой в префронтальной коре и мозжечке. Так, обнаружено снижение транскрипционной активности гена *CCND1 (BCL1)* в гиппокампе и ее повышение в префронтальной коре с отсутствием изменений в активности гена в мозжечке у принудительно плавающих, крыс что в большей степени связано с стрессом водной среды у животных. В группе обученных крыс документировано выраженное повышение активности гена *CCND1 (BCL1)* во всех изученных структурах с максимальной экспрессией в префронтальной коре и мозжечке. Заключение. Результаты подтверждают роль гиппокампа в качестве основной структуры мозга при формировании долговременной пространственной памяти, а также интегративную связь гиппокампа с префронтальной корой и мозжечком. При этом, отмечается вовлечение циклина D как регулятора клеточного цикла в молекулярную комбинацию процессов, протекающая в мозге при консолидации следов пространственной памяти.

**Ключевые слова:** пространственная память, клеточный цикл, гены, регуляция, гиппокамп, префронтальная кора, мозжечок, крысы

Современные данные о явлениях в мозге, имеющих место при формировании долговременной памяти легли в основу представления о том, что развитие памяти является каскадным процессом, который вовлекает в себя последовательные стадии приобретения навыка, консолидации и реконсолидации памяти, извлечение памятного следа с его последующим угашением [1]. Изучение молекулярных событий, имеющих место на каждой стадии показало, что в функционировании механизмов памяти, например, пространственной памяти, участвуют многочисленные сигнальные молекулы, которые в ряде случаев могут включать или переключать молекулярные пути реализации определенных этапов ее формирования [2]. При этом, тонкие молекулярные настройки клеточного цикла у делящихся клеток при реализации долговременной пространственной памяти, а также роль регуляторов клеточного цикла, таких как циклин D1 [3] в процессе ее формирования, изучены недостаточно [4]. В связи с этим, необходимо подчеркнуть, что характерным свойством пролиферирующих клеток является их способность к делению и у животных клеток интервал между митозами (клеточный цикл, точнее митотический цикл) составляет примерно 10-24 ч. За это время клетка проходит четыре фазы жизненного цикла: G1-фазу начального роста, S-фазу удвоения молекул ДНК (репликации), G2-фазу роста и M-фазу клеточного деления. В совокупности фазы G1, G0, S и G2 носят название интерфазы, которая в клеточном цикле сменяется существенно



более короткой фазой митоза (М). Наиболее детально изучена фаза клеточного деления, митоз (М-фаза). В G1-фазе, продолжительность которой может сильно варьировать, происходит синтез мРНК, белков и других компонентов клетки. Клетки, которые прошли дифференцировку и больше не делятся, постоянно находятся в фазе покоя G0. Белок циклин D1 является важным регулятором прогрессирования фазы G1 в S во многих различных типах клеток, в том числе и нервных. Было показано, что циклин D1 является нестабильным соединением с коротким периодом полураспада (~24 мин) и разлагается главным образом через протеасому 26S убиквитин-зависимым образом [5]. Вместе с тем, циклин D1 и его молекулярные партнеры по связыванию циклин-зависимой киназой 4 и 6 (CDK4 и CDK6) образуют активные комплексы, которые способствуют прогрессированию клеточного цикла путем фосфорилирования и инактивации белков(RB)/ Известно, что циклин D1 также функционирует как модулятор транскрипции, регулируя активность нескольких факторов транскрипции и деацетилазы гистона (HDAC3) [5]. В совокупности рассмотренных данных, регуляция экспрессии его гена *CCND1 (BCL1; BCL1/cyclin D1)* имеет важное значение для поддержания необходимого его содержания в клетках. Особенный интерес может представлять регуляция его экспрессии в условиях различных физиологических экспериментов. Учитывая, что одним из эффективных подходов, наряду с фармакологическими манипуляциями [6] и парадигмами обучения, является использование генетического подхода, что способствовало выявлению определенных церебральных структур, молекулярных механизмов и белков, участвующих в формировании различных видов памяти, включая пространственную память [7].

В этой связи, функциональные исследования транскрипционной активности генов нервных клеток особенно информативны при определении региональных молекулярных особенностей протекания различных этапов формирования памяти. В результате исследований процесса транскрипции генов в условиях обучения животных в водном лабиринте Морриса в дополнение к изменениям в экспрессии ранних генов [8] была также обнаружена динамическая картина экспрессии поздних генов при формировании пространственной памяти [7].

Цель настоящей работы состояла в сравнительном исследовании уровня транскрипционной активности гена *CCND1 (BCL1)* в гиппокампе, префронтальной коре и мозжечке взрослых крыс Wistar при формировании гиппокамп-зависимой пространственной памяти.

Материалы и методы.

Исследование было проведено на 30-ти крысах самцах линии wistar в возрасте 3-х месяцев и массой 220,4±24,1 гр. (ФГБУН НЦБМТ ФМБА питом-

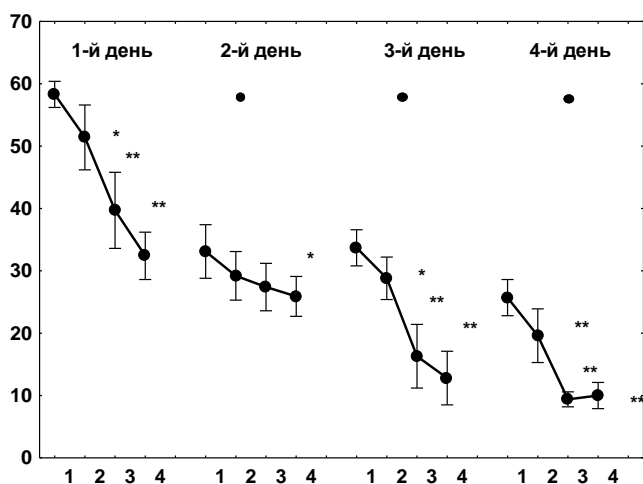
ник «Столбовая», Россия). Все манипуляции с животными были проведены с соблюдением требований, изложенных в директиве Европейского парламента и Совета европейского союза (2010/63/ EU от 22 сентября 2010 г.), а также в соответствии с правилами, утвержденными комиссией по биоэтике ФГБНУ «Научно-исследовательский институт нормальной физиологии им. П.К. Анохина». Животные содержались в стандартных условиях вивария при свободном доступе к пище и воде и 12-ти часовом световом режиме. Крысы были разделены на три группы: группа 1 – нативные крысы (n=10), группа 2 – «активный контроль» (принудительно плавающие) крысы (n=10), группа 3 – обученные крысы в водном лабиринте (n=10). Эксперименты по обучению и тестированию пространственной памяти проводили на модели водного лабиринта Морриса (Columbus Instruments, USA) по протоколу, описанному ранее [9]. Экспериментальный протокол составлен таким образом, что время плавания в группе активного контроля соответствовало времени, проведенному в воде обучающимся животным, т.е. каждому обучающемуся животному по времени и паттерну плавания соответствовала одна «контрольная» особь. Через 24 ч по окончании поведенческих экспериментов всех животных декапитировали и извлекали на холоду (+4°C) структуры мозга: гиппокамп, префронтальную кору и мозжечок, которые использовали для изучения экспрессии гена *CCND1 (BCL1)* методом ПЦР в режиме реального времени по описанному ранее протоколу, применяя в качестве референтного – ген  $\beta$ -актина для последующего расчёта относительно уровня экспрессии изучаемых генов по методу 2- $\Delta\Delta C_t$  [10]. Экспрессия гена *CCND1 (BCL1)* 2 и 3-й группах была оценена относительно интактных животных из группы 1, где экспрессия гена *CCND1 (BCL1)* была принята за единицу.

Статистическую обработку полученных результатов проводили по алгоритмам программы “Statistica 7,0”. При сравнении нескольких независимых выборок применяли однофакторный непараметрический дисперсионный анализ по методу Крускала-Уолиса (H-критерий) с последующим post-hoc анализом по U-критерию Манна-Уитни. Данные представлены в виде  $M \pm m$ . Критическое значение уровня статистической значимости при проверке нулевых гипотез принималось равным 0,05.

Результаты и обсуждение

Для выполнения задачи данной работы по изучению экспрессии гена *CCND1 (BCL1)* в церебральных структурах крыс при формировании пространственной памяти на начальном этапе исследования были выполнены поведенческие эксперименты по выработке долговременной пространственной памяти в водном лабиринте Морриса. Было документировано, что при обучении среднее время для достижения платформы у обученных крыс по сравнению с группой животных «активного контроля» во

втором и последующих сеансах было ниже, чем в первом сеансе обучения  $p < 0,01$  и  $p < 0,05$  соответственно). Обнаружено, что до конца последнего сеанса на четвертый день обучения среднее время достижения платформы составляло менее 10 секунд, что свидетельствует о формировании стабильной долговременной пространственной памяти (рис. 1). Анализ средних значений для 2-го, 3-го и 4-го сеансов обучения в сравнении с первым сеансом помещения в водный бассейн в каждый конкретный день, выявил следующее значение различий в среднем времени достижения платформы: 1-й день – 2-е испытание =  $p < 0,05$ , 3-й и 4-й испытания =  $p < 0,01$ ; 2-й день – 4-е испытание =  $p < 0,05$ ; 3-й день – 2-е испытание =  $p < 0,05$ , 3-е и 4-е исследования =  $p < 0,01$ ; 4-й день – 2-й, 3-й и 4-й испытания =  $p < 0,01$  (рис. 1).



Примечание: По оси абсцисс – номер пробы, по оси ординат – время достижения платформы (с). \* -  $p < 0,05$ , \*\* -  $p < 0,01$  по сравнению с первой пробой соответствующего дня; ● - статистически значимое ( $p < 0,05$ ) снижение среднего значения по всем пробам относительно аналогичного показателя предыдущего дня.

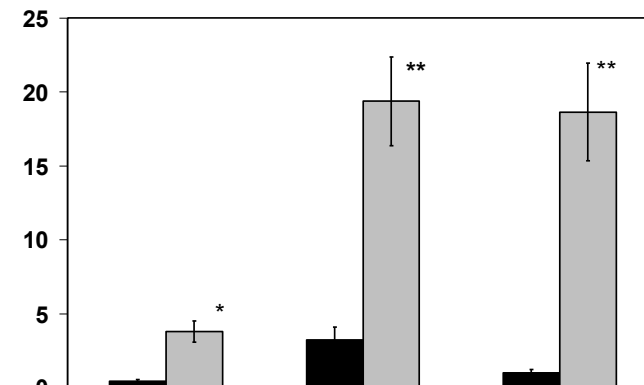
Рис. 1. Формирование долговременной пространственной памяти у половозрелых крыс Wistar в водном лабиринте Морриса.

Сравнение и анализ группового времени достижения платформы животными в водном лабиринте Морриса показали следующие существенные отличия: во 2-й и 4-й дни время достижения платформы для первых испытаний значительно отличались от первых сеансов в дни 1-й и 3-й, соответственно ( $p < 0,05$ ). Документировано, что общие показатели для всех временных испытаний в дни 2, 3 и 4 значительно отличались от таковых в предыдущие дни, соответственно ( $p < 0,05$ ). Так как время достижения платформы в конце четвертого сеанса на четвертый день обучения составляло менее 10 секунд, это указывало на установление стабильной долговременной пространственной памяти у экспериментальных животных (рис. 1) в отличие от крыс из группы «активного контроля», подвергшихся принудительному плаванию в бассейне.

По окончании поведенческих экспериментов в работе были проведены молекулярно-генетические исследования экспрессии гена *CCND1 (BCL1)* гиппокампе, префронтальной коре и мозжечке в головном мозге как контрольных («нативный» контроль и «принудительное плавание»), так и обученных животных существует региональная специфичность в экспрессии гена *CCND1 (BCL1)*.

Проведенные в работе эксперименты показали, что у животных, которых подвергли физической нагрузке и стрессу новизны в водном лабиринте Морриса ( активный контроль) в гиппокампе наблюдали снижение активности гена *CCND1 (BCL1)* на 57% ( $P < 0,05$ ), при этом префронтальная кора манифестировала выраженной его активацией -3,2 раза ( $P < 0,01$ ), а в мозжечке экспрессия гена *CCND1 (BCL1)* оставалась на уровне интактных животных (рис. 2).

Гиппокамп Префронтальная кора Мозжечок  
 ■ Активный контроль ■ Обучение



Примечание: По оси абсцисс – структуры мозга, по оси ординат – усл. ед. от нативного контроля. \* -  $p < 0,05$  по сравнению с нативным контролем. \*\* -  $p < 0,01$  по сравнению с нативным контролем

Рис. 2. Уровень экспрессии гена *CCND1 (BCL1)* циклина D1 в гиппокампе, префронтальной коре и мозжечке у «активного контроля» и обученных пространственному навыку в водном лабиринте Морриса половозрелых крыс Wistar.

Эти данные указывают на то, что физическая нагрузка и стресс подавляют экспрессию гена циклина D в гиппокампе, что косвенно может влиять на количество пролиферирующих клеток в данной структуре. Кроме того, плавание и стресс не влияют в мозжечке, вовлеченного в обеспечение двигательной активности животных на активность гена *CCND1 (BCL1)* в условиях данного экспериментального протокола. Полученный факт, предположительно, может указывать на то, что скорость пролиферации нервных клеток в мозжечке остается неизменной и не зависит от физической нагруз-

ки/стресса у животных при принудительном плавании в водном лабиринте. Обратная картина наблюдалась в префронтальной коре крыс из группы «активного контроля», где была выявлена значительное увеличение экспрессии гена *CCND1 (BCL1)* в ответ на принудительное плавание и стресс у крыс (рис. 2). Реакция на стресс – это не только первичный ответ, характерный для многих видов животных от саламандры до человека и вызывающий нарушения работы некоторых участков мозга. Недавние исследования выявили удивительный факт: в реакции на стресс также участвует и префронтальная область коры – зона мозга, находящаяся непосредственно за лобной костью и выполняющая функции центра управления высшими когнитивными способностями, в число которых входят концентрация внимания, планирование, принятие решений, понимание ситуации. Префронтальная кора – наиболее эволюционно молодая область мозга, и она особенно чувствительна даже к мимолетным тревогам и страхам, с которыми столкнулись животные при помещении в незнакомую среду в виде воды. Когда все идет хорошо, данная структура выступает в роли координатора, удерживающего в узде наши основные эмоции и импульсы. Но сильный и неконтролируемый стресс, как показали новые исследования, приводит к запуску каскада биохимических реакций, ослабляющих влияние префронтальной коры, в результате чего поведение начинают контролировать более эволюционно древние зоны мозга.

Особый интерес представляют полученные в работе генетические данные в условиях сформированной долговременной пространственной памяти, где паттерн экспрессионной активности гена *CCND1 (BCL1)* в релевантных церебральных структурах крыс изменяется по сравнению с обоими контролями. Учитывая, что у животных формировалась гиппокамп – зависимая память, важны были результаты по активности гена циклина D в данной структуре. При изучении экспрессии гена *CCND1 (BCL1)* в образцах ткани гиппокампа экспериментальных животных было обнаружена повышенная активация гена циклина D в 3,8 раза ( $P < 0,05$ ) и 4,3 раз ( $P < 0,05$ ), по сравнению с интактным контролем или группой животных «активного контроля», соответственно. В префронтальной коре у обученных пространственному навыку животных наблюдали более выраженный по сравнению с гиппокампом рост активности гена *CCND1 (BCL1)* в 3,1 раза ( $P < 0,05$ ) и в 16,2 ( $P < 0,05$ ) по сравнению с нативными крысами и группой «активного контроля», соответственно (рис. 2). Удивительный факт, что в мозжечке обученных пространственному навыку животных и с реализованной на стадии тестирования пространственной памятью экспрессия гена циклина D возрастает в 18,6 раз ( $P < 0,01$ ) по сравнению с обоими контролями (рис. 2). Полученные факты свидетель-

ствуют, что тонкие механизмы функционирования клеточного цикла нервных клеток оказались чувствительны к процессу становления пространственной памяти, а сам циклин D, вероятно, может быть вовлечен в их регуляцию через влияние на транскрипционные процессы других генов и наработки транскрипционных факторов, необходимых для запоминания.

На современном этапе развития нейробиологии дальнейшее изучение вклада генома в становление долговременной памяти продолжает оставаться актуальной задачей. Кроме того, понимание роли мРНК и синтеза белка в этом процессе, несомненно, облегчат дальнейшее изучение наименее исследованных процессов памяти как консолидация и реконсолидация [11] памяти, как в норме, так и при амнезиях [12]. Необходимо подчеркнуть, что функциональные свойства конкретных областей мозга определяются также в значительной степени генами, которые экспрессируются в нервных и глиальных клетках, локализованных в конкретных церебральных структурах. Очевидно, что субклеточные процессы индукции и экспрессии генов, особенно в гиппокампе, скорее всего, лежат в основе и навигационного обучения и формирования пространственной памяти. Тем не менее, транскрипционные процессы в гиппокампе, вероятно, могут варьировать в зависимости от активности генов в других областях мозга, таких как кора головного мозга и мозжечок, но они, вероятно, также могут изменяться при трансформации двигательной активности животных в водном лабиринте Морриса [13]. Ранее было продемонстрировано, что в процессе формирования пространственной памяти участвует гиппокамп, причем далее необходима последующая транслокация памятного следа в кору мозга для долговременной его консолидации [13]. В этот процесс также вовлечен мозжечок, хотя традиционный взгляд на основные функции мозжечка состоит из регулирования двигательной координации, баланса и моторной речи. В дополнение к координации двигательной активности мозжечок вовлечен в моторное обучение и более высокие познавательные функции, но схемы его участия в формировании когнитивных функций изучены недостаточно, хотя и имеются недавние свидетельства анатомической и функциональной связи, поддерживающие взаимодействие мозжечка и гиппокампа [14]. В этом контексте долговременная депрессия мозжечка может поддерживать общий сенсорный процесс адаптации, разделяемый как функциями моторного, так и пространственного обучения [14].

Таким образом, сравнительный анализ экспрессии гена регулятора клеточного цикла циклина D в гиппокампе, коре мозга и мозжечке при формировании долговременной пространственной памяти выявил специфические особенности активности гена *CCND1 (BCL1)* в изучаемых церебральных

структурах. Показано усиление значительное активности гена *CCND1 (BCL1)* в изученных структурах у обученных животных по сравнению с интактными животными и крысами, подвергнувшихся «принудительному плаванию». Отмечено, что наиболее выражено повышение экспрессии гена циклина D в префронтальной коре и мозжечке, что, вероятно, отражает пролиферирующую способность нервных клеток в этих областях мозга. Ранее мы показали на генетическом уровне прямую связь между экспрессией генов, вовлеченных в регуляцию нейрогенеза, апоптоза, NOTCH сигнальной трансдукции в отдельных областях мозга у нативных взрослых крыс при сформированной пространственной памяти [15]. Особенно интересно, что экспрессия гена *CCND1 (BCL1)*, продуктом которого является циклин D, важный регулятор клеточного цикла может коррелировать с экспрессией ряда генов-регуляторов нейрогенеза и апоптоза, которая была наиболее выраженной в тех же структурах мозга животных при формировании пространственной памяти, которые были изучены в данной работе [16]. Полученные результаты могут быть полезными для понимания роли белков – регуляторов клеточного цикла на стадии консолидации пространственной памяти у взрослых животных.

Литература:

1. Anderson J.R. Learning and memory; an integrated approach. 2<sup>nd</sup> Edition. John Wiley 2000. P. 377.
2. Abel T., Lattal K.M. Molecular mechanisms of memory acquisition, consolidation and retrieval // *Current Opinion in Neurobiology*. 2001. № 11. P. 180-187.
3. Lew D.J., Dulic V., Reed S.I. Isolation of three novel human cyclins by rescue of G1 cyclin (Cln) function in yeast // *Cell*. 1991. V. 66, № 6. P. 1197-1206.
4. Fang F., Lin W., Ling X. et al. The hippocampal cyclin D1 expression is involved in postoperative cognitive dysfunction after sevoflurane exposure in aged mice // *Life Sci*. 2016. № 160. P. 34-40.
5. Ma J. et al. Over-Expression of Cyclin D1 Promotes NSCs Proliferation and Induces the Differentiation into Astrocytes Via Jak-STAT3 Pathways // *Neurochem Res*, 2015.
6. Diergaarde L., Schoffemeer A.N.M., De Vries T.J. Pharmacological manipulation of memory reconsolidation: Towards a novel treatment of pathogenic memories // *European Journal of Pharmacology*. 2008. № 585. P. 453-457.
7. Грудень М.А., Сторожева З.И. Интеграция экспрессии генов, регулирующих нейрогенез в процессе фиксации пространственного памятного следа // *Академический журнал Западной Сибири*. 2018. Т. 14, № 3 (74). С. 78-83.
8. Okuno H. Regulation and function of immediate-early genes in the brain: beyond neuronal activity markers // *Neurosci Res*. 2011. V. 69, № 3. P. 175-186. doi: 10.1016/j.neures.2010.12.007.
9. Sewell R.D., Gruden M.A., Pache D.M. et al. Does the human leukaemia differentiation factor fragment HLFDF6 improve memory via brain DNA and protein synthesis? // *J Psychopharmacol*. 2005. V. 19, № 6. P. 602-608.
10. Kolobov V.V., Storozheva Z.I., Gruden M.A., Sherstnev V.V. Regional Features of the Expression of Genes Involved in Neurogenesis and Apoptosis in the Brain of Adult Rats // *Bulletin of Experimental Biology and Medicine*. 2012. № 153. P. 707-711.
11. Squire L.R., Genzel L., Wixted J.T., Morris R.G. Memory consolidation // *Cold Spring Harb Perspect Biol*. 2015. V. 3, № 7(8): a021766
12. Rosenbaum R.S., Murphy K.J., Rich J.B. The amnesias // *Wiley Interdiscip Rev Cogn Sci*. 2012. V. 3, № 1. P. 47-63.
13. Sekeres M.J., Winocur G., Moscovitch M. The hippocampus and related neocortical structures in memory transformation // *Neurosci Lett*. 2018. № 680. P. 39-53.
14. Rochefort C., Lefort J.M., Rondi-Reig L. The cerebellum: a new key structure in the navigation system // *Frontiers in Neural Circuits*. 2013. № 7. P. 1-12.
15. Gruden M.A., Storozheva Z.I., Ratmirov A.M., Sherstnev V.V. Pattern of Notch2, Numb, and Cas8 Gene Expression in Relevant Structures of the Rat Brain during Formation of Spatial Memory // *Bull Exp Biol Med*. 2017. V. 3, № 6. P. 785-788.
16. Nobs L., Baranek C., Nestel S. et al. Stage-specific requirement for cyclin D1 in glial progenitor cells of the cerebral cortex // *Glia*. 2014. V. 62, № 5. P. 829-839.

PECULIARITIES OF *CCND1 (BCL1)* GENE EXPRESSION OF CELL CYCLE REGULATOR THE CYCLIN D1 IN VARIOUS BRAIN STRUCTURES DURING LONG-TERM MEMORY REALIZATION IN ADULT RATS

M.A. Gruden, A.M. Ratmirov, Z.I. Storozheva

P.K. Anokhin Research Institute of Normal Physiology, Moscow, Russia

The main goal was a comparative study of *CCND1 (BCL1)* gene transcriptional activity, the product of which cyclin D1 participates in the regulation of the G1 phase of the cell cycle in relevant cerebral structures during the formation of long-term spatial memory in male mature rats Wistar. Methods. In behavioral experiments, 2 groups of animals were used, namely, a group of rats subjected to forced swimming (active control) and a group of trained animals, who developed the spatial skill of finding a hidden platform in the Morris water maze. Native animals of the same age and sex, not passing the experimental protocol, served as controls. In genetic experiments, real-time PCR was used to study the expression of the *CCND1 (BCL1)* gene in cerebral structures in groups of native rats, “active control” and trained animals. Results. It is shown that the criterion for establishing solid long-term memory was the fact that the time to reach the platform at the end of the 4<sup>th</sup> session on the 4th day of training was less than 10 seconds. The specific and multidirectional expression of the *CCND1 (BCL1)* gene in animals from the “active control” group was revealed in the hippocampus, which differs from that in the prefrontal cortex and cerebellum. Thus, a decrease in the transcriptional activity of the *CCND1 (BCL1)* gene in the hippocampus and its increase in the prefrontal cortex with no changes in the gene activity in the cerebellum in forcibly swimming rats were found, which is more associated with stress in the aquatic environment in animals. In the group of trained rats, a pronounced increase in the activity of the *CCND1 (BCL1)* gene was documented in all studied structures with maximum expression in the prefrontal cortex and cerebellum. Conclusion. The results confirm the role of the hippocampus as the main structure of the brain during the formation of long-term spatial memory, as well as the integrative connection of the hippocampus with the prefrontal cortex and cerebellum. At the same time, the involvement of cyclin D as a regulator of the cell cycle in the molecular combination of processes occurring in the brain during the consolidation of traces of spatial memory is noted.

**Keywords:** spatial memory, cell cycle, genes, regulation, hippocampus, prefrontal cortex, cerebellum, rats

## ИНТЕРНЕТ

### ДАРКНЕТ: ПО ТУ СТОРОНУ ИНТЕРНЕТА

*А.В. Полунина, Р.М. Магомедов*

Финансовый университет при Правительстве  
Российской Федерации, Россия, г. Москва

E-mail: [anastasia.polunina01@gmail.com](mailto:anastasia.polunina01@gmail.com)

В наши дни инновационное и информационное развитие является приоритетной задачей развития экономики Российской Федерации. Однако при осуществлении экономической и предпринимательской деятельности появляется большое количество людей, старающихся «обойти» закон. Людей, занимающихся теневой экономикой в Интернете. Эта проблема возникла недавно, с появлением понятия даркнет, и актуальна сейчас как никогда. Что же это такое, и чем так опасен даркнет?

*Ключевые слова:* Даркнет, Интернет, Тор, Биткойн

Innovative and informational development is a priority for the development of the economy of the Russian Federation nowadays. However, in the implementation of economic and business activities there is a large number of people trying to break the law. People who are involved in the shadow economy on the Internet. This problem has arisen recently with the advent of the concept of DarkNet, and it is relevant now more than ever before. What is it and why is it so dangerous?

*Keywords:* DarkNet, Internet, Tor, Bitcoin

С развитием информационных технологий появляются новые возможности для саморазвития, новые способы коммуникации и быстрой передачи информации на любые расстояния [4]. Глобальная сеть Интернет обладает большим количеством уникальных характеристик, которые позволили межчеловеческим отношениям перейти на новый уровень. Однако с появлением достоинств глобальной сети, появились и её недостатки, представляющие опасность для человека: распространение вирусов и вредоносных программ, публикация недостоверной информации, порой ущемляющей права человека или подрывающей безопасность государства [5] и т.д.

В связи с развитием глобальной сети интернет необходимо выяснить какие характеристики теневой сети, одной из частей Интернета, представляют опасность и может ли это отразиться на психике подростка, из интереса, зашедшего на просторы даркнета. С этой целью проанализируем специфику и основные черты даркнета, а также его достоинства и недостатки с помощью индукции, дедукции, анализа и синтеза.

Интернет, будучи глобальной системой, созданной для передачи и ранения информации, делится на три уровня: видимая сеть, глубокая сеть и теневая сеть. Видимая сеть (Clear Net) является общедоступным Интернетом, составляющим 4% от

всего содержимого Интернета. В видимом Интернете содержатся все те форумы, социальные сети, статьи, которые можно найти с помощью самых часто используемых браузеров: Google, Яндекс, Mozilla Firefox и др. Глубокая сеть представляет собой неиндексируемые ресурсы, поэтому их нельзя найти с помощью обычных браузеров. Что же такое теневая сеть, которую еще называют даркнетом? Даркнет – это подпольный Интернет, который существует на базе основного. Другими словами, это закрытое интернет-пространство, доступ к которому нельзя получить при помощи сетевых программ. Для просмотра информации в даркнете требуется наличие специального программного обеспечения - сервисов, позволяющих обходить блокировку многих сайтов и давать доступ к закрытым ресурсам, недоступным для обычного пользователя Интернета, использующего стандартные браузеры [1].

Самым известным и популярным сервисом является Тор. Популярность его обусловлена возможностью распространять запрещённые материалы в условиях определённой анонимности, ведь он скрывает реальный IP-адрес пользователя.

Даркнет похож на открытую сеть и тоже состоит из сайтов, форумов и торговых площадок. Чёрные рынки даркнета продают свои товары и услуги анонимным клиентам, которые часто расплачиваются биткойнами, основной валютой даркнета, чтобы скрыть свою личность. Однако биткойн предполагает наличие информации у каждого пользователя сети о совершении всех транзакций другими участниками сети. Так можно узнать, кто и сколько биткойнов получил и перевёл. Поэтому профессиональные пользователи даркнета используют реально анонимные криптовалюты, например, Zcash и Dash. Но их никто не принимает, поэтому все используют даркнетовские «биткойн-миксеры». Это специальные сервисы, которые принимают монеты от владельцев, а затем смешивают их, чтобы «отмыть» биткойны и очистить историю транзакций.

Как работает Тор? TOR – это разработка американских военных, выпущенная в 2003 году. Она использует так называемую «луковую» маршрутизацию, которая представляет собой технологию анонимного обмена информацией, осуществляемую через компьютерную сеть. Стоит также отметить, что это система, которая позволяет устанавливать анонимное сетевое соединение, защищённое от прослушивания. Так сообщения несколько раз шифруются и отсылаются через несколько сетевых узлов, которые называются луковыми маршрутизаторами. Каждый маршрутизатор удаляет слой шифрования (будто луковый слой), чтобы открыть трафаретные инструкции и отследить последовательность выполнения команд, и отсылает сообщение на следующий маршрутизатор, где всё повторяется. Так промежуточные узлы не знают ни источник, ни пункт назначения, ни содержание сообще-

ния. Это лишь своеобразный портал в параллельный мир, мир уголовных элементов, запрещённых веществ, работорговли и секретных данных.

Но чем же так опасен даркнет? В даркнете всё устроено так, как и в обычном Интернете: есть новостные сайты, маркеты, сайты, на которых торгуют какими-либо одними товарами. Главное отличие в том, что большинство сайтов занимаются чем-то нелегальным. Если это новости, то они запрещённые, товары нелегальные или краденные, а на форумах обсуждают всё, что способно нанести ущерб психическому здоровью человека.

Теневая сеть предлагает пользователям товары на любой вкус: там можно купить диплом любого высшего учебного заведения или оригинальный паспорт любого государства. Там же в наши дни осуществляется торговля людьми, оружием, наркотическими и психотропными веществами.

Стоит также отметить, что на некоторых сайтах можно приобрести поддельные и фальшивые купюры самых разных стран, а на других - краденную технику, стоимость которой в 2 раза меньше закупочной. Однако все поддельные свидетельства, дипломы и паспорта, а также оружие и наркотики — это лишь вершина айсберга. Самое страшное начинается в форумах, где можно постичь искусство угона автомобиля и получить рекомендации других опытных автоугонщиков. Форумы в даркнете объединяют людей абсолютно разных интересов и, главное, психических заболеваний. Самым неожиданным является то, что торговля людьми, контрабанда, продажа документов — всё это делается уполномоченными людьми, а наличие в даркнете личной информации о политиках и их переписка обусловлено «сливом информации» их самыми близкими людьми, которые непосредственно имеют доступ к их мобильному телефону или компьютеру.

Несомненно, у даркнета есть определённые достоинства. Их довольно-таки мало, всё же недостатки во много раз превышают все плюсы. Однако к положительным проявлениям даркнета всё же можно отнести тот факт, что даркнет — это целая энциклопедия знаний о компьютерной и сетевой безопасности. Также он содержит множество полезных форумных веток, где общаются между собой хакеры на тему цифровой безопасности. Данные форумы могут быть содержательны и познавательны для тех, кто заинтересован в поддержании компьютерной безопасности. Для экспертов в области программирования порой интересно узнать новые, креативные, усовершенствованные идеи. Однако стоит отметить тенденцию подростков использовать такую информацию в неправомерных целях. Учитывая их азартность, любознательность и стремление к познанию всего запрещённого, а также неспособность нести ответственность за свои поступки, можно предположить, что подростки, зная способы поддержания цифровой безопасности,

способны нанести вирусными атаками значительный ущерб правам граждан, используя их персональные данные.

Tor также используется для безопасного общения журналистов с информаторами и диссидентами. Юридические лица создают сайты для приёма компромата, для сбора информации о деятельности мафии и информации о злоупотреблениях чиновников. Однако сеть Tor является площадкой для развития теневой, преступной экономики. Именно поэтому наиболее часто звучащими обвинениями в её адрес является возможность её широкого использования для отмывания денег, компьютерного терроризма, незаконного оборота наркотиков, нелегального оборота оружием и организации хакерских атак и заказных убийств. С точки зрения поддержания безопасности Интернета Tor позволяет управлять программами-вымогателями и троянскими конями.

Сотрудники Университета Карнеги-Меллон в одном из своих докладов выяснили, что ежедневный доход от нелегальной торговли на подпольных рынках Tor составляет от \$300 тыс. до \$500 тыс. Однако, по мнению разработчиков Tor, процент криминального использования Tor'a невелик и преступники чаще предпочитают для противозаконной деятельности средства собственного изготовления, будь то шпионские или троянские программы. Тем не менее, нельзя игнорировать тот факт, что большинство операций, выполняемых в даркнете, являются противозаконными и караются уголовной ответственностью.

Таким образом, анализ основных характеристик даркнета, его достоинств и недостатков позволяет сделать следующие выводы:

1. В наши дни инновационное развитие экономики является приоритетной задачей государства [3], однако одно из его проявлений, даркнет, представляет собой опасную площадку для развития теневой экономики [2], которая может подорвать безопасность страны.

2. Сайты Tor'a содержат всю ту информацию, которая так или иначе является, либо секретной, либо запрещённой. К сожалению, доступ к таким ресурсам имеют не только преступники, но и подростки, которые могут смотреть на содержимое всех сайтов и пользоваться всеми предоставленными услугами всего за несколько биткойнов, нанося значительный ущерб и гражданам, и государству в целом. Более того, предоставляемая даркнетом информация способна нанести урон психическому здоровью человека, вплоть до изменения сознания. Именно поэтому стоит задуматься о более жёстких мерах в отношении таких преступников, уделять больше внимания отрицательным проявлениям Интернета и всячески бороться с ними.

Литература:

1. Иванова Я. Что такое даркнет и как туда попасть? [Электронный ресурс] / FB.ru (fb.ru) 14.11.2017

- <http://fb.ru/article/356948/chto-takoe-darknet-i-kak-tuda-popast/> (дата обращения: 20.11.2018).
- Магомедов, Р.М. Развитие финансовых интернет-услуг в России // Территория науки. Воронеж, 2017. № 4. С. 120-126.
  - Магомедов, Р.М. Развитие экономики России через обновление инновационных технологий предприятий // Академический журнал Западной Сибири. 2017. Т. 13, № 2. С. 28-30.
  - Магомедов, Р.М. Сервисы Web в образовательном процессе // Информатика и образование. М., 2017. № 1. С. 50-53.
  - «Уголовный кодекс Российской Федерации» от 30 ноября 1994 г. N 63-ФЗ (ред. От 03.10.2018) // «Неправомерный доступ к компьютерной информации», ст. 272.

## КИБЕРПРЕСТУПНОСТЬ В ЭКОНОМИКЕ

*Р.М. Магомедов*

Финансовый университет при Правительстве РФ, г. Москва

E-mail: [Rmagomedov@fa.ru](mailto:Rmagomedov@fa.ru)

В работе проанализировано современное состояние рынка экономических киберпреступлений и его влияние на мировую экономическую деятельность, а также рассмотрено, какие издержки приходится нести компаниям, чтобы обезопасить свои цифровые ресурсы.

*Ключевые слова:* гиперпреступность, цифровая экономика, мировая экономика, экономическая киберпреступность, цифровая кража, цифровое мошенничество

Жизнь современного человека невозможно представить без высоких технологий. Компьютеры, смартфоны, интернет – всё это стало частью нашей повседневной жизни. Технологии проникают во все сферы жизни и деятельности человека, исключением не является и экономика: компании переходят на цифровое хранение данных, платёжно-расчётные системы всё чаще функционируют с использованием электронных денег. Однако помимо всех очевидных преимуществ такой «новой» экономики, появляется обширное поле деятельности для злоумышленников, желающих найти в технологиях, а точнее в их несовершенстве, инструмент лёгкой наживы. Данное явление получило название киберпреступность. Тенденция глобализации, охватившая с помощью сети интернет весь мир, задала основу для международной киберпреступности, а вышеупомянутая жажда наживы сделала финансы желанной целью злоумышленников.

Экономика XXI века представляет собой огромный комплекс взаимоотношений различных субъектов. Неудивительно, что такой же огромный комплекс представляют собой и экономические преступления. По мере внедрения в экономику всё новых и новых технологий, эти преступления принимают цифровой вид и осуществляются уже не крутыми «гангстерами», а хакерами, сидящими перед компьютером. Экономические киберпреступления являются вторым самым популярным видом экономических преступлений в мире, обогнав даже коррупцию: 32% компаний так или иначе подвергаются атакам кибер-мошенников [2]. Основные виды преступлений, совершаемых в российской

сети в % [3]: нарушения интеллектуальной собственности – 17%; незаконное присвоение активов – 27%; вымогательство – 28%; дестабилизация бизнеса – 38%; мошенничество при закупках – 10%; с политическим подтекстом – 9%; махинации с ценными бумагами – 8%; прочее – 1%.

Таким образом, можно выделить два больших блока экономических кибер-преступлений: цифровую кражу и цифровое мошенничество. Цифровая кража представляет собой единичное преступление, направленное на присвоение какого-либо блага: нарушение ИС, присвоение активов. Цифровое мошенничество, в свою очередь, является более серьёзной угрозой, оно включает ряд процессов, направленных на получение незаконными методами преимуществ, облегчающих ведение какой-либо деятельности посредством ресурсов другого субъекта рынка: вымогательство, махинации, дестабилизация другого бизнеса и т.д.

Таким образом, когда мы говорим об основных видах экономических киберпреступлений, мы в основном говорим о всем знакомых классических преступлениях, только представленных в более современном виде. Большее значение, скорее, имеют изменения, произошедшие в структуре самих преступлений.

Структура эта имеет, на мой взгляд, две основных особенности:

1. Упрощение преступлений. Независимость от местонахождения преступника и жертвы.

2. Большая изощрённость преступлений. Работа в интернет структуре, более сложная для обнаружения.

Вышеприведённая структура, даёт понять, в чём заключается причина современного колоссального роста экономической киберпреступности и почему современным экономическим субъектам приходится заботиться о своей цифровой безопасности. Причину эту можно выразить в следующем тезисе: «Охраняемые отношения стали важнее, а возможность их атаковать – проще».

Основными участниками (как жертвами, так и организаторами) кибератак стали США и Россия, что объясняется прикованному к ним вниманию общественности в связи с политической ситуацией. Однако сама цель атак, в основном, отнюдь не политическая: 70% мировых кибератак приходится на финансовую отрасль стран: злоумышленники чаще всего атакуют инфраструктуру компаний (47%), а также их данные и ресурсы (26%) [4]. В целом, кибератакам подверглись не менее 64 стран по всему миру. Чаще других жертвами кибератак становились Великобритания, Австралия, Канада, Индия, Япония, Украина, Израиль и Китай.

Таким образом, мы видим, что участниками экономических киберпреступлений являются, помимо всех прочих, представители крупнейших экономик мира. Этот факт приводит нас к пониманию

того, насколько серьёзной является экономическая угроза, связанная с кибератаками: если, происходит атака на крупнейшие экономики – происходит атака на всю мировую экономическую систему.

Проанализировав основные виды экономических киберпреступлений и обозначив основных участников этих преступлений, обратимся к конкретным цифрам, показывающим влияние экономических киберпреступлений на мировую экономику. Начнём с наиболее общего показателя суммарного мирового ВВП в 2017 году составил около 75 триллионов долларов. Цифровая экономика занимает важное место в структуре мировой экономики, она оценивается экспертами примерно в 4,2 триллиона долларов, что составляет примерно 5,6% от мирового ВВП. Исследуя показатели экономической киберпреступности в отношении к мировому ВВП, обратимся к исследованию компании McAfee, эксперты которой в 2017 году оценили ущерб от экономических киберпреступлений в 600 миллиардов долларов, что составило примерно 0,8 % мирового ВВП и 14% для всей цифровой экономики. И если первая названная цифра, возможно, выглядит не очень впечатляюще, то показатель в 14 процентов наводит на серьёзные мысли. Эксперты McAfee иронизируют над этим показателем как над «14-процентным налогом за рост цифровой экономики», вся трагичность этой иронии, тем не менее, проявляется если задуматься о том, что каждый 10ый доллар в цифровой экономике отправляется в карман злоумышленника. Распределение потерь от киберпреступлений по различным мировым регионам по данным исследования McAfee [5]: северная Америка – 30%; южная Америка – 4%; Европа и Россия – 32%; южная Азия – 2%; восточная Азия и Океания – 31%; северная Африка и средний Восток – 1%. Исходя из этих данных, можно подтвердить ранее высказанные тезисы о том, кто является основными жертвами экономической киберпреступности. Экономики США, Китая и Европы, во многом благодаря наличию в них большого количества привлекательных, с финансовой точки зрения, ресурсов, становятся жертвами не только атак других регионов, но и, естественно, друг друга.

Вышеприведённые показатели помогли нам понять, что рынок киберпреступлений наносит ощутимый урон по цифровой экономике, давайте же теперь обратимся к тем издержкам, которые несут экономические субъекты ради обеспечения безопасности своей инфраструктуры и своих данных.

В предыдущем подпункте было продемонстрировано, что киберпреступления наносят довольно таки серьёзный урон по экономике. Естественно, что с развитием данного вида преступности стали появляться и соответствующие средства защиты. Киберзащита имеет огромное количество форм разных масштабов: от антивирусов и браузерных ограничений до серьёзных защитных систем. Эк-

сперты из компании Gartner оценили мировой рынок услуг кибербезопасности в 86 миллиардов долларов. Нетрудно заметить, что эта сумма в несколько раз меньше, чем тот ущерб, который ежегодно наносится цифровой экономике.

Что касается нашей страны, то по оценке экспертов из Positive Technologies, российский рынок услуг информационной безопасности составляет около 55 миллиардов рублей. Важно при этом, что две трети этих средств обеспечена госзаказами. В основном покупают антивирусное программное обеспечение и средства безопасности в сети интернет. В компаниях же на безопасность в среднем тратится 15% IT-бюджета. Малый бизнес расходует порядка 10%, крупный – до 20-22%.

Данные факты свидетельствуют о том, что в условиях развития киберпреступности, объяснимо растёт и рынок киберзащиты. Однако имеющиеся в распоряжении цифры указывают на то, что рынок безопасности пока не в силах совладать с рынком преступным.

Таким образом, развитие современных технологий и процесс глобализации в экономической сфере во многом обосновали появление и развитие киберпреступности. Киберпреступность, которая в современном мире направлена в основном на получение финансовой выгоды, имеет ряд качеств, которые затрудняют процесс борьбы со злоумышленниками данного вида. Киберпреступность наносит ощутимый урон экономике всего мира, обусловленный похищением ресурсов и информации, а также использованием их в корыстных и не всегда благородных целях. Появившиеся в целях защиты от неё рынки безопасности, как видно по показателям, пока не в силах в полной мере победить этот недуг. Мы являемся свидетелями увлекательной гонки между рынком киберпреступности и киберзащиты, и от того, кто в итоге одержит победу, будет зависеть дальнейшее развитие всей мировой экономики.

#### Литература:

1. Головинов О.Н., Погорелов А.В. Киберпреступность в современной экономике: состояние и тенденции развития // Вопросы инновационной экономики. 2016. № 6 (1). С. 73-88. doi: 10.18334/vines.6.1.35353.
2. Исследование PwC «Всемирный обзор экономических преступлений 2016». – режим доступа: [https://www.pwc.by/be/publications/pdf/Global\\_Economic\\_Crime\\_Survey\\_%202016\\_Global\\_Report.pdf](https://www.pwc.by/be/publications/pdf/Global_Economic_Crime_Survey_%202016_Global_Report.pdf).
3. Исследование PwC «Российский обзор экономических преступлений 2018» - режим доступа: <https://www.pwc.ru/ru/publications/recs-2018.html>
4. Исследование Positive Technologies – режим доступа: <https://www.ptsecurity.com/upload/corporate/ru-ru/analytics/Positive-Research-2018-rus.pdf>.
5. Исследование McAfee о влиянии киберпреступности на экономику 2017 – режим доступа: <https://www.mcafee.com/enterprise/en-us/assets/executive-summaries/es-economic-impact-cybercrime.pdf>.
6. Магомедов Р.М. Анализ Российского рынка IT-услуг // Территория науки. Воронеж. 2017. № 1. С. 145-151.
7. Магомедов Р.М. Развитие финансовых интернет-услуг в России // Территория науки. Воронеж. 2017. № 4. С. 120-126.



8. Магомедов Р.М. Развитие экономики России через обновление инновационных технологий предприятий // Академический журнал Западной Сибири. 2017. № 2. С. 28-31.
9. Фомичева Т.Л., Савина С.В., Казаченко А.А. Информационные технологии распознавания документов // Территория науки. Воронеж, 2018. № 3. С. 59-62.
10. Фомичева Т.Л., Савина С.В., Викулина Е.А. Применение DataMining и MachineLearning в процессе кредитного скоринга // Евразийский юридический журнал. Уфа, 2018. № 7. С. 413-414.

## CYBERPRESSURE IN ECONOMY

R.M. Magomedov

Financial University under the Government of the Russian Federation, Russia

This paper analyzes the current state of the economic cyber-crime market and its impact on global economic activity, as well as examines the costs that companies have to bear in order to secure their digital resources.

*Keywords:* Cybercrime, digital economy, global economy, economic cybercrime, digital theft, digital fraud

### ТЕМПОРАЛЬНЫЙ ПОДХОД К ПОСТРОЕНИЮ НЕПРОТИВОРЕЧИВОЙ МАТЕМАТИКИ. УСТРАНЕНИЕ НЕПОЛНОТЫ

Г.К. Тутков

Московский ТУСИ, Россия

E-mail: gennadijtitkov@yandex.ru

Предлагается темпоральный подход к построению непротиворечивой математики. Вводится в рассмотрение трёхмерная система координат, включающая в себя

вертикальную пространственную ось, горизонтальную пространственную ось и ось времени. В этой системе координат находятся субъект и объект. Система «субъект-объект» движется по оси времени. Кроме того, объект может двигаться по вертикальной пространственной оси. В предлагаемом в настоящей статье методе устранена неполнота, присущая методу из предыдущей статьи автора.

*Ключевые слова:* непротиворечивая математика, темпоральный подход, система координат, субъект, объект, время, время пороговое, квант времени, неполнота, дисковое пространство, экспериментальная проверка

Предлагается темпоральный подход к построению непротиворечивой математики.

Вводится в рассмотрение трёхмерная система координат, включающая в себя вертикальную пространственную ось, горизонтальную пространственную ось и ось времени.

В этой системе координат находятся субъект и объект. Система «субъект-объект» движется по оси времени. Кроме того, объект может двигаться по вертикальной пространственной оси.

Вышесказанное проиллюстрировано рисунком 1. На рисунке 1 Т обозначает время, Тп обозначает время пороговое.

В предлагаемом в настоящей статье методе устранена неполнота, присущая методу из работы [1].

Описание непротиворечивой математики помещается в файлы file1.docx, file2.docx, file3.docx и т. д. – всего 20000 файлов.

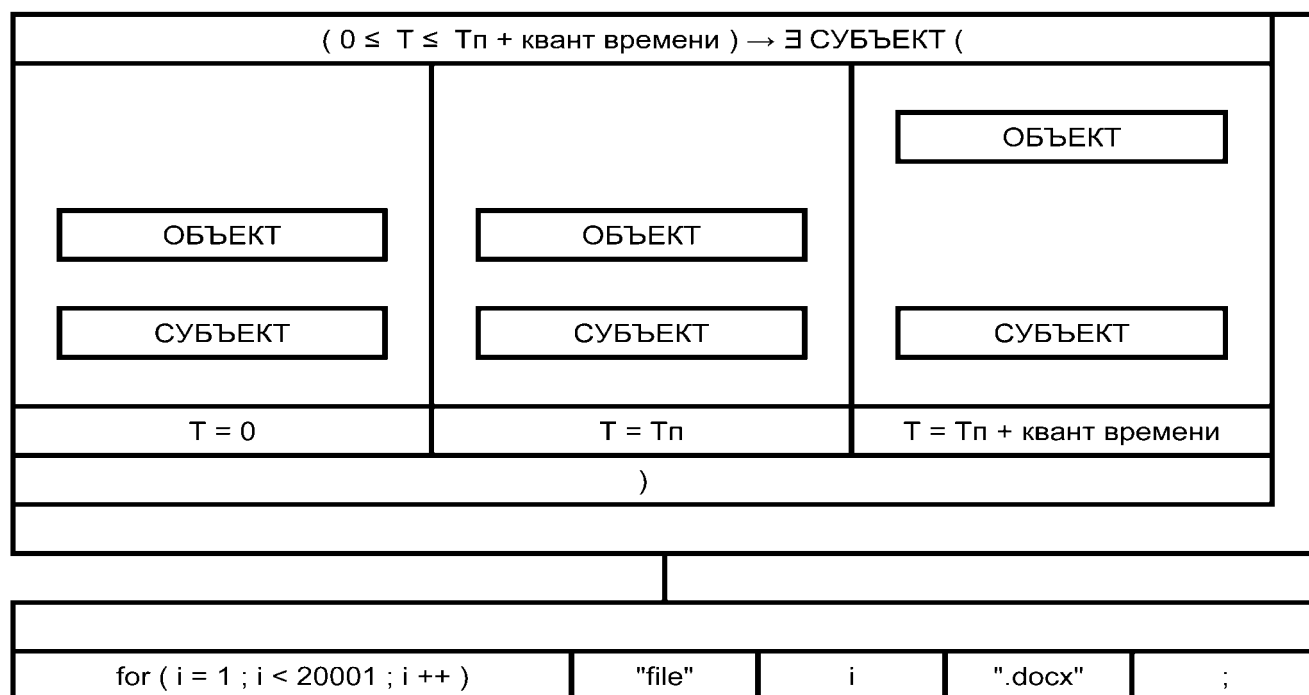


Рисунок 1.

Максимальная величина файла с расширением .docx составляет 512 Мб, номинальная величина вдвое меньше – 256 Мб, что при количестве файлов 20000 требует 5000 Гб дискового пространства.

Экспериментальная проверка не производилась в виду отсутствия необходимого оборудования.

Литература:

1. Титков Г.К. Темпоральный подход к построению непротиворечивой математики // Академический журнал Западной Сибири. 2019. Т. 15. № 1. С. 28-29.