



**СибАК**  
www.sibac.info

ISSN 2310-2780

**СХХV СТУДЕНЧЕСКАЯ МЕЖДУНАРОДНАЯ  
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ**

**№6(121)**



**НАУЧНОЕ СООБЩЕСТВО  
СТУДЕНТОВ XXI СТОЛЕТИЯ.  
ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ**

г. НОВОСИБИРСК, 2023



**СибАК**  
www.sibac.info

# НАУЧНОЕ СООБЩЕСТВО СТУДЕНТОВ XXI СТОЛЕТИЯ. ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ

*Электронный сборник статей по материалам СХХV студенческой  
международной научно-практической конференции*

№ 6 (121)  
Июнь 2023 г.

Издается с сентября 2012 года

Новосибирск  
2023

УДК 50  
ББК 2  
Н34

Председатель редколлегии:

**Дмитриева Наталья Витальевна** – д-р психол. наук, канд. мед. наук, проф., академик Международной академии наук педагогического образования, врач-психотерапевт, член профессиональной психотерапевтической лиги.

Редакционная коллегия:

**Волков Владимир Петрович** – канд. мед. наук, рецензент ООО «СибАК»;

**Корвет Надежда Григорьевна** – канд. геол.-минерал. наук, доц. кафедры грунтоведения и инженерной геологии Геологического факультета Санкт-Петербургского Государственного Университета;

**Рысмамбетова Галия Мухашевна** – канд. биол. наук, доцент, ведущий научный сотрудник Ботанического сада МКТУ им. Х.А. Ясави;

**Сүлеймен Ерлан Мэлсұлы** – канд. хим. наук, PhD, директор института прикладной химии при Евразийском национальном университете им. Л.Н. Гумилева;

**Сүлеймен (Касымканова) Райгүл Нұрбекқызы** – PhD по специальности «Физика», старший преподаватель кафедры технической физики Евразийского национального университета им. Л.Н. Гумилева;

**Харченко Виктория Евгеньевна** – канд. биол. наук, ст. науч. сотр. отдела флоры Дальнего Востока, Ботанический сад-институт ДВО РАН.

**Н34 Научное сообщество студентов XXI столетия. Естественные науки.** Электронный сборник статей по материалам СХХV студенческой международной научно-практической конференции. – Новосибирск: Изд. ООО «СибАК». – 2023. – № 6(121) / [Электронный ресурс] — Режим доступа. – URL: [https://sibac.info/archive/nature/6\(121\).pdf](https://sibac.info/archive/nature/6(121).pdf).

Электронный сборник статей по материалам СХХV студенческой международной научно-практической конференции «Научное сообщество студентов XXI столетия. Естественные науки» отражает результаты научных исследований, проведенных представителями различных школ и направлений современной науки.

Данное издание будет полезно магистрам, студентам, исследователям и всем интересующимся актуальным состоянием и тенденциями развития современной науки.

Статьи сборника «Научное сообщество студентов. Естественные науки» размещаются на сайте научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU.

ББК 2

## **Оглавление**

<b>Секция «Геология»</b>	<b>4</b>
БУРЕНИЕ С ПРИМЕНЕНИЕМ ВЕРХНЕГО СИЛОВОГО ПРИВОДА ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ НАКЛОННО НАПРАВЛЕННЫХ СКВАЖИН Ал-Аджеле Рами Амир Жавад Никитина Ольга Витальевна	4
<b>Секция «Медицина»</b>	<b>10</b>
АНАЛИЗ ОКАЗАНИЯ СКОРОЙ МЕДИЦИНСКОЙ ПОМОЩИ БОЛЬНЫМ С ОСТРЫМИ НАРУШЕНИЯМИ МОЗГОВОГО КРОВООБРАЩЕНИЯ, АССОЦИИРОВАННЫМИ С КОРОНАВИРУСНОЙ ИНФЕКЦИЕЙ (COVID-19) Цыренова Марина Владимировна Маланова Наталья Борисовна Хаптанова Валентина Абавна	10
ПСИХОЛОГИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА СПАСАТЕЛЯ КАК ЭЛЕМЕНТ ОБЕСПЕЧЕНИЯ АВАРИЙНО СПАСАТЕЛЬНЫХ РАБОТ ПО ЛИКВИДАЦИИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ Шамко Евгений Сергеевич Асланов Марк Максимович Чиж Людмила Викторовна	22
<b>Секция «Физика»</b>	<b>29</b>
ОПРЕДЕЛЕНИЕ МОРФОЛОГИИ ЭРИТРОЦИТОВ МЕТОДОМ РЕШЕНИЯ ОБРАТНОЙ ЗАДАЧИ СВЕТОРАССЕЯНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КЛАСТЕРИЗАЦИИ Владимиров Роман Сергеевич Некрасов Вячеслав Михайлович	29

## **СЕКЦИЯ «ГЕОЛОГИЯ»**

### **БУРЕНИЕ С ПРИМЕНЕНИЕМ ВЕРХНЕГО СИЛОВОГО ПРИВОДА ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ НАКЛОННО НАПРАВЛЕННЫХ СКВАЖИН**

***Ал-Аджеле Рами Амир Жавад***

*студент 2 курса,  
Институт нефти и газа им. М.С. Гуцериева,  
Удмуртский государственный университет,  
РФ, г. Ижевск  
E-mail: [ramyaamer22@yahoo.com](mailto:ramyaamer22@yahoo.com)*

***Никитина Ольга Витальевна***

*научный руководитель,  
канд. техн. наук, доц. кафедры БНГС,  
Институт нефти и газа им. М.С. Гуцериева,  
Удмуртский государственный университет,  
РФ, г. Ижевск  
E-mail: [nikitina\\_olgavit@mail.ru](mailto:nikitina_olgavit@mail.ru)*

### **АННОТАЦИЯ**

Верхний силовой привод (ВСП) представляет собой инновационный вид бурового оборудования, позволяющий выполнять различные технологические операции по освоению наземных и морских нефтяных и газовых скважин. Несмотря на преимущества использования ВСП, традиционный ВСП по-прежнему широко используется в наклонно-направленных скважинах из-за его более низкой суточной стоимости. Следовательно, для оптимизации производительности и стоимости операции бурения важно проанализировать, когда ВСП превосходит обычный забойный двигатель. Специфика строительства скважин в этой области требует более высокого уровня качества технологических процедур и общего управления работами.

### **ABSTRACT**

The Top Drive System (TDS) is an innovative type of drilling equipment that enables various technological operations for onshore and offshore oil and gas wells.

Despite the advantages of using a VSP, the traditional VSP is still widely used in directional wells because of its lower daily cost. Consequently, it is important to analyse when a VSP is superior to a conventional downhole motor to optimise the performance and cost of the drilling operation. The specifics of well construction in this area require a higher level of process procedures and overall work management.

**Ключевые слова:** бурение, верхний силовой привод (ВСП), бурильные колонны, ствол скважины.

**Keywords:** drilling, top drive system (TDS), drill strings, wellbore.

Верхний силовой привод (ВСП) является более эффективным и надежным, чем винтовой забойный двигатель (ВЗД). Во-первых, ВСП обладает более простой и надежной системой управления, которая позволяет точно управлять скоростью вращения и крутящим моментом. В то время как ВЗД требует более сложной системы управления, что может привести к большему количеству сбоев и проблем. Во-вторых, ВСП обеспечивает более высокую эффективность, так как он способен обеспечивать более высокую скорость вращения и крутящий момент, что позволяет быстрее и более эффективно проходить скважину. В то время как ВЗД имеет более низкую эффективность и может затруднять проходку сложных геологических формаций. В-третьих, ВСП обычно более надежен, так как не имеет подвижных частей, которые могут выйти из строя, как ВЗД. Кроме того, ВСП имеет более простую конструкцию, что облегчает его обслуживание и ремонт. Наконец, ВСП может использоваться в более широком диапазоне геологических условий, в то время как ВЗД может иметь ограничения в использовании в некоторых условиях. Кроме перечисленных преимуществ, ВСП также обладает другими достоинствами. Например, он обеспечивает более гладкую работу, что повышает качество бурения и уменьшает вероятность повреждения оборудования. Кроме того, ВСП позволяет быстрее и более точно регулировать скорость и крутящий момент, что особенно важно при проходке сложных геологических формаций. Стоит также отметить, что ВЗД имеет ограничения в использовании в

некоторых условиях, например, при бурении горизонтальных скважин. В таких случаях ВСП является более эффективным и удобным в использовании. Кроме того, современные технологии позволяют улучшить ВСП еще больше, например, путем добавления систем автоматического управления, что повышает точность и ускоряет процесс бурения.

ВСП – это технология бурения, которая обеспечивает ряд преимуществ. Основные преимущества использования верхнего привода в буровых операциях:

- повышение эффективности: верхние приводы, что исключает необходимость остановки бурения для добавления или удаления буровых труб. Это позволяет ускорить время бурения и повысить эффективность;

- повышенная безопасность: верхние приводы управляются дистанционно, что снижает необходимость ручного труда на полу буровой вышки. Это снижает риск несчастных случаев и травм, делая буровые работы более безопасными для рабочих;

- повышенная точность: верхние приводы позволяют точно контролировать процесс бурения, что приводит к более точному расположению ствола скважины и снижает риск дорогостоящих ошибок.

- увеличение глубины бурения: верхние приводы позволяют бурить более глубокие и сложные скважины с традиционными методами бурения, что делает их идеальными для сложных условий бурения.

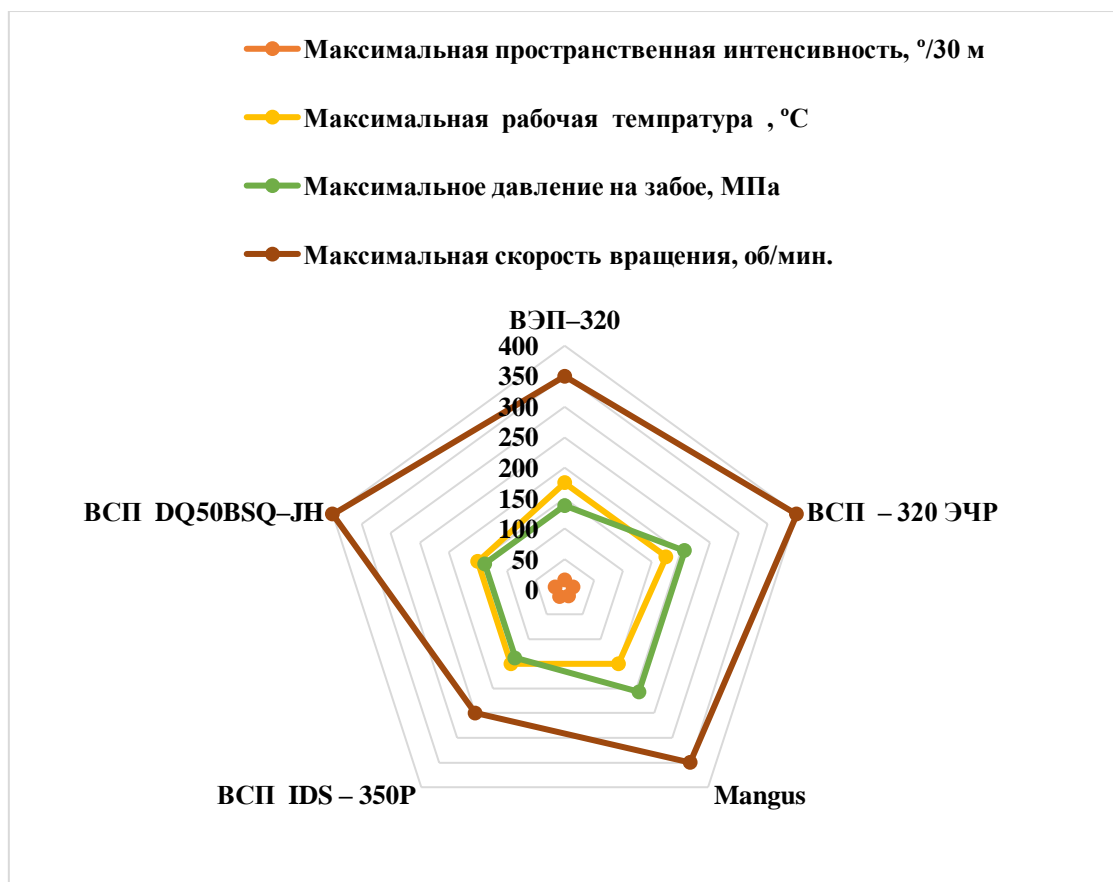
- улучшение контроля бурения: верхние приводы могут обеспечивать постоянную скорость бурения и крутящий момент, что приводит к улучшению контроля бурения и повышению коэффициента успешности бурения.

В целом, использование верхнего привода может повысить эффективность бурения, безопасность, точность, глубину и контроль, что делает его ценным вложением в буровые операции.

Для бурения наклонно-направленных скважин роторным способом в настоящее время все шире стали применять ВСП, в том числе и в республике Ирак. Это является ядром современного развития технологии бурения нефтяных сква-

жин. На рисунке 1 представлены сравнительные характеристики наиболее часто используемых ВСП – инструментов. Система верхнего привода буровых установок стала преобладающим методом бурения морских скважин в последнее десятилетие. Более того, критические части наземных скважин бурятся с помощью верхнего привода, что требует опытного бурового персонала для обслуживания системы и решения любых ожидаемых или непредвиденных проблем.

Наиболее известные зарубежные производители систем верхнего привода: ВЭП-320, Mangus, IDS-350P, ВСП-320ЭЧР, и DQ50BSQ-JH.



**Рисунок 1. Сравнительные характеристики ВСП инструментов**

ВСП активно применяются также для поддержания вертикальности ствола в процессе бурения. В такой ситуации необходимо применение силового варианта, которые предоставляют ВСП реализующие механизм фрезерования стенки. На основании анализа использования ВСП – инструментов при бурении скважин для использования на месторождении рекомендуется система DQ50BSQ-JH.



Чтобы лучше оценить экономические выгоды от использования РУС и ВСП на буровых установках, был проведен анализ на основе данных, предоставленных специалистами по буровым установкам (обратите внимание, что некоторые параметры могут быть оценочными). Анализ включает сравнение различных показателей представлен в таблице 1.

*Таблица 1.*

**Сравнение скорости проходки между РУС и ВЗД**

Показатель	РУС, (м/ч)	ВЗД, (м/ч)
Механическая скорость, м/час	30	20
Проходка на сутки	288	240

При бурении с использованием ВСП, DQ50BSQ–JH возможно существенно сократить временные затраты необходимое на СПО и непроизводительные временные затраты. В большинстве случаев время на бурение может быть увеличено до 40% и более. При этом можно наблюдать и соответствующий рост скорости бурения (метров в сутки) и минимизацию затрат [1-2].

После проведения исследований было установлено, что использование новой технологии моторизованного роторного бурения и ВСП может привести к увеличению механической мощности на долоте, что ведет к значительному увеличению механической скорости проходки, скорости бурения и снижению стоимости метра проходки скважины. Кроме того, использование моторизованного РУС и компоновки инструмента ВСП может помочь снизить вибрации бурильной колонны. Используя теоретические решения и анализируя промысловые данные, можно разработать основные технологические рекомендации по повышению скорости строительства скважин при использовании данной системы РУС и ВСП на месторождении [1-5].

**Основные выводы**

В целом, используя ВСП вместо ВЗД, компании могут получить ряд преимуществ, включая повышение эффективности, уменьшение затрат на обслуживание и ремонт, а также улучшение качества бурения. Таким образом,

использование ВСП является более эффективным и надежным решением для большинства буровых операций, чем ВЗД, и может привести к множеству преимуществ для компаний, занимающихся бурением. При бурении с использованием ВСП, DQ50BSQ–JH, возможно значительно уменьшить кратковременные расходы важное в Союз и непродуктивные кратковременные расходы.

### **Список литературы:**

1. Аль, М.А.М.И. Строительство нефтегазовых скважин на Альняшском месторождении с анализом эффективности применения силовых верхних приводов / М.А.М.И. Аль // Проблемы разработки месторождений углеводородных и рудных полезных ископаемых. – 2021. – Т. 1. – С. 110-116.
2. Васильев, С.И. Применение роторно-управляемых систем при строительстве нефтяных и газовых скважин / С.И. Васильев, Е.Е. Милосердов, К.А. Чернокалов // Горная промышленность. – 2015. – № 3(121). – С. 80.
3. Аль-Шаргаби, М.А.Т.С., Альмусаи, А.Х. and Вазеа, А.А.Ш.А., 2018. Стадии и механизм набухания глин при бурении скважин. In Научное сообщество студентов XXI столетия. Естественные науки (pp. 47-52).
4. Al-Shargabi, M.A.T.S., and A.H.A. Al-Musai. "Comparative analysis of programs for assessing the risk of stuck drill pipes in an oil and gas well." Проблемы геологии и освоения недр: труды XXV Международного симпозиума имени академика М.А. Усова студентов и молодых учёных, посвященного 120-летию горногеологического образования в Сибири, 125-летию со дня основания Томского политехнического университета, Томск, 5-9 апреля 2021 г. Т. 2. – Томск, 2021 2 (2021): 502-504.
5. Полозов М.Б., Аль-Хамати А.Х.М.А., Аль-Шаргаби М.А.Т.С. Анализ причин снижения фильтрационных характеристик призабойной зоны пласта // Материалы 45-й Международной научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов. 2018. Р. 158-161.

**СЕКЦИЯ**  
**«МЕДИЦИНА»**

**АНАЛИЗ ОКАЗАНИЯ СКОРОЙ МЕДИЦИНСКОЙ ПОМОЩИ  
БОЛЬНЫМ С ОСТРЫМИ НАРУШЕНИЯМИ МОЗГОВОГО  
КРОВООБРАЩЕНИЯ, АССОЦИИРОВАННЫМИ  
С КОРОНАВИРУСНОЙ ИНФЕКЦИЕЙ (COVID-19)**

***Цыренова Марина Владимировна***  
*студент 6 курса, лечебный факультет,  
Иркутский государственный медицинский университет,  
РФ, г. Иркутск  
E-mail: [martsyrenova@gmail.com](mailto:martsyrenova@gmail.com)*

***Маланова Наталья Борисовна***  
*студент 6 курса, лечебный факультет,  
Иркутский государственный медицинский университет,  
РФ, г. Иркутск*

***Хаптанова Валентина Абавна***  
*научный руководитель, канд. мед. наук, доц.,  
Иркутский государственный медицинский университет,  
РФ, г. Иркутск*

**ANALYSIS OF RENDERING OF EMERGE MEDICAL AID PATIENTS  
WITH ACUTE CEREBROVASCULAR ACCIDENTS ASSOCIATED  
WITH CORONAVIRUS INFECTION (COVID-19)**

***Marina Tsyrenova***  
*6th year student, Faculty of Medicine,  
Irkutsk State Medical University,  
Russia, Irkutsk*

***Natalya Malanova***  
*6th year student, Faculty of Medicine,  
Irkutsk State Medical University,  
Russia, Irkutsk*

***Valentina Haptanova***  
*Candidate of medical sciences, associate professor,  
Irkutsk State Medical University,  
Russia, Irkutsk*

## АННОТАЦИЯ

К настоящему времени в литературе опубликовано большое количество работ, посвященных развитию неврологических осложнений, вызванных новой коронавирусной инфекцией COVID-19. В период пандемии COVID-19, согласно статистическим данным, отмечался прирост показателей заболеваемости острыми нарушениями мозгового кровообращения (ОНМК). Данная патология относится к жизнеугрожающим состояниям, которые требуют своевременной диагностики и незамедлительного оказания высокотехнологичной помощи. Пандемия внесла значительные изменения в работу скорой медицинской помощи, в связи с увеличением нагрузки и обновлением маршрутизации пациентов.

## ABSTRACT

To date, a large number of papers have been published in the literature on the development of neurological complications caused by the new coronavirus infection COVID-19. During the COVID-19 pandemic, according to statistics, there was an increase in the incidence of acute cerebral circulatory disorders. This pathology refers to life-threatening conditions that require timely diagnosis and immediate provision of high-tech assistance. The pandemic has made significant changes in the work of emergency medical services, due to increased workload and changes in patient routing routes.

**Ключевые слова:** COVID-19, острое нарушение мозгового кровообращения, цереброваскулярные заболевания, неврологические осложнения COVID-19, инсульт.

**Keywords:** COVID-19, acute cerebrovascular accident, cerebrovascular diseases, neurological complications of COVID-19, stroke.

## Введение

Острые нарушения мозгового кровообращения (ОНМК) являются актуальной темой в современной медицине, так как данная патология является одной из

самых главных причин смертности и инвалидизации во всем мире. Кроме того, актуальность данной нозологии с каждым годом возрастает в связи с ее «омоложением», по данным ВОЗ 40% больных ОНМК – люди трудоспособного возраста.

Проведенный анализ литературы последних лет свидетельствует о значительном приросте доли сосудистых заболеваний центральной нервной системы, среди которых инсульт занимает особое место.

По данным Всемирной организации здравоохранения, инсульт находится на втором месте в мире среди причин летального исхода. В 2020 г. инсульт стал причиной смерти 6,7 млн человек во всем мире [1].

Пандемия COVID-19 оказала значительное влияние на показатели заболеваемости ОНМК и на структуру смертности. Как известно из множества достоверных источников, COVID-19 увеличивает риск развития ишемии головного мозга. В феврале 2021 года был опубликован метаанализ, включивший 61 публикацию, с суммарным анализом 108 571 пациента с коронавирусной инфекцией. Частота острых цереброваскулярных катастроф составила 1,4% (из них на долю ишемического инсульта пришлось 87,4%, на долю геморрагического – 11,6%). Пациенты с инсультом относились к старшей возрастной группе и, как правило, имели в анамнезе имели сосудистые факторы риска [2].

### **Цель научно-исследовательской работы**

Цель – провести анализ оказания скорой медицинской помощи пациентам с основным диагнозом коронавирусная инфекция и клиническими проявлениями острого нарушения церебрального кровообращения.

### **Задачи научно-исследовательской работы**

Задачи:

1. Изучить научно-методическую и справочную литературу по вопросу.
2. Изучить соответствующую документацию.
3. Провести анализ оказания скорой медицинской помощи пациентам с острыми нарушениями мозгового кровообращения в период пандемии COVID-19.

4. Произвести расчет времени от вызова скорой медицинской помощи до госпитализации пациента.

5. Анализ и синтез полученных данных.

### **Теоретическая часть научно-исследовательской работы**

Новая коронавирусная инфекция внесла изменения в структуру заболеваемости ОНМК и значительно изменила структуру смертности. Как известно по данным зарубежной литературы, при COVID-19 риск развития ишемического инсульта возрастает в несколько раз.

В настоящее время установлено, что COVID-19 – это значимый фактор риска для развития инсульта даже у ранее здорового молодого населения, у которого отсутствуют факторы риска, при этом степень тяжести состояния больного растет, увеличивая вероятность летального исхода. Таким образом, если смертность от инсульта во внековидное время составляет около 5 – 10%, то у пациентов с подтвержденной новой коронавирусной инфекцией достигает 42% [3].

Ишемический инсульт сосудов головного мозга, может быть, одним из первых проявлений клинической картины коронавирусной инфекции, даже при отсутствии факторов риска развития сердечно-сосудистых катастроф, а также при бессимптомном течении. Все пациенты, поступающие в стационары с клинической картиной нарушения церебрального кровообращения, рассматривались как потенциально инфицированных или заболевших COVID-19 [4].

### **Патогенетические механизмы SARS-CoV-2-индуцированной патологии церебрального кровообращения**

Входными в клетку для SARS-CoV-2 являются рецепторы к ангиотензин-превращающему ферменту (АПФ) 2-го типа. Связавшись с этим белком, вирус инактивирует указанный рецептор, что, в свою очередь, приводит к нарушению регуляции артериального давления. С одной стороны, это может привести к гипертоническому кризу и развитию внутримозговых кровоизлияний, с другой стороны, есть данные, показывающие, что у пациентов с геморрагическим инсультом

и COVID-19 отмечаются более низкие показатели систолического АД, чем у пациентов с геморрагическим инсультом, но без COVID-19. Также нарушение работы рецептора АПФ способствует запуску постшемического воспалительного каскада за счет накопления ангиотензина II, которому не с чем связываться, что, в свою очередь, усугубляет гипоперфузию в зоне церебральной ишемии и способствует расширению площади инфаркта мозга.

Исходя из ряда исследований установлено, что активация каскада коагуляции связана с высокой тяжестью течения COVID-19. Среди этиологических факторов коагулопатии можно выделить две группы:

1. вирус-обусловленное нарушение гомеостаза: активация системного воспаления, нарастание уровня фибриногена, активация тромбоцитов, эндотелиальная дисфункция;

2. внешние факторы, связанные с клиническим состоянием пациента: дегидратация и иммобилизация пациента.

Гиперкоагуляция значительно увеличивает вероятность развития церебральных венозных тромбозов, которые ведут к ишемии головного мозга. Активация коагуляционного звена гемостаза при COVID-19 сопровождается повышением концентрации D-димера, ферритина, появляется волчаночный антикоагулянт, антикардиолипиновые и антифосфолипидные антитела, а также антитела против  $\beta$ 2-гликопротеина-1. Ключевым патофизиологическим звеном развития коагулопатии при COVID-19 является наличие взаимодействия между активированными тканевыми факторами свертывания, иммунными клетками, тромбоцитами, эндотелиальными клетками и образующимися экстрацеллюлярными нитями нейтрофилов, за счет которых активируются контактные пути коагуляционного звена гемостаза.

Провоспалительные цитокины, активно образующиеся при COVID-19 и называемые цитокиновым штормом, также способствуют прогрессированию коагуляции. Интерлейкины-6 способствуют экспрессии тканевых факторов в мононуклеарах, крупных клетках иммунной защиты, при этом мононуклеары уже активированы SARS-CoV-2. Тканевые факторы, активирующие эндотелиальные

клетки, способствуют нарастанию выделения эндотелиоцитами тканевых факторов. Инфицирование и повреждение клеток эндотелия считается ключевым патфизиологическим звеном протромботического статуса при COVID-19. Выявлены два механизма вовлечения эндотелия: с одной стороны, это прямое цитотоксическое воздействие вируса на клетки, с другой – воспалительная реакция, способствующая развитию воспалительных изменений сосудистой стенки. Как уже было описано выше, повреждение эндотелия приводит к усиленному выделению тканевых факторов, активирующих систему свертывания, избыточному образованию тромбина, выключению системы фибринолиза и активации системы комплемента, играющего ключевую роль в развитии синдрома системной воспалительной реакции. Тканевые факторы образуют комплекс с фактором свертывания VIIa, так называемый ТФ-VIIa комплекс, который, запускает коагуляционный каскад реакций, конвертируя IX и X факторы в IXa и Xa. Последующее созревание фактора Xa в протромбиназу приводит к переходу протромбина в тромбина, и превращению фибриногена в фибрин с образованием фибриновых сгустков с последующей активацией тромбоцитарного звена гемостаза. Также важным звеном коагулопатии при COVID-19 является активация фактора Виллебранда, в ряде исследований написано, что его количество у пациентов с коронавирусной инфекцией увеличивается дважды. Одновременно с вышеупомянутым, в ответ на активацию системного воспаления, клетки печени синтезировать избыточное количество фибриногена, что также приводит к активации тромбоцитов и повышению их агрегационного потенциала. Одним из значимых маркеров тяжести течения COVID-19 и выраженности коагулопатии является нарастание уровня D-димера (продукты деградации фибрин / фибриноген), который попадает, в свою очередь, в межклеточное пространство и оказывает повреждающее воздействие на ткани.

Совместно с коагулопатией, повреждение эндотелия сосудов головного мозга вирусом SARS-CoV-2 в условиях цитокинового шторма, и, в частности, избытка интерлейкина-6, приводит к развитию васкулита сосудов головного мозга. На фоне чего развивается как ишемия тканей, кровоснабжающихся поврежденным



сосудом, так и кровоизлияния. Также необходимо отметить, что в условиях воспалительной инфильтрации сосудистой стенки, с одной стороны, возникает нерегулируемое изменение их просвета – констрикция и дилатация, а с другой стороны, сосуды становятся хрупкими, что и создает предпосылки для их разрыва и (или) тромбоза. Развитие таких редких патологий, как синдром обратимой церебральной вазоконстрикции и задней обратимой энцефалопатии, генез которых недостаточно изучен, но одной из причин как раз и предполагается церебральный ангиит, о котором было описано у пациентов с COVID-19. В норме эндотелий продуцирует оксид азота (NO), важнейшими функциями которого являются вазодилатация и предотвращение адгезии тромбоцитов и лейкоцитов на сосудистой стенке. А в условиях коронавирусной инфекции нарушение образования оксида азота из-за нарастающей дисфункции эндотелия создает условия для дальнейшей провокации коагулопатии, что является дополнительным механизмом развития ишемического инсульта. Тяжелое течение COVID-19 также является независимым предиктором развития церебрального повреждения сосудистого генеза.

Принципы оказания медицинской помощи пациентом с диагнозом ОНМК

Строгое соблюдение концепции и стадийности порядка оказания медицинской помощи пациентам с ОНМК: маршрутизация, постановка диагноза, базисная и специализированная патогенетическая терапия, позволяет определить максимально эффективную тактику ведения пациента. В период пандемии COVID-19 пациенты с ОНМК были разделены на 3 категории: "А" – пациент с ОНМК, без симптомов острой респираторной вирусной инфекции, включая COVID-19, у которого отсутствовали контакты с больными COVID-19, и не находился в течение последних двух недель на территории стран и регионов, в которых выявлены случаи заболевания COVID-19. "Б" – пациент с ОНМК, который был в контакте с больными COVID-19, и/или находился в течение последних двух недель на территории стран и регионов, в которых выявлены случаи заболевания COVID-19, либо проживающий в данном регионе, и на момент обращения не имеет симптомов острой респираторной вирусной инфекции, включая COVID-19. С учетом возможного бессимптомного течения COVID-19, пациентов с признаками

ОНМК, проявляющимися нарушениями речи или сознания, при отсутствии контактов с родственниками, в случаях, когда сбор анамнеза невозможен или затруднен, следует рассматривать как группу повышенного риска выявления COVID-19 и отнести их к категории "Б". "В" – пациент с ОНМК, с клинической картиной или лабораторно подтвержденной острой респираторной вирусной инфекцией, включая COVID-19. [8]

Приоритетными задачами при оказании медицинской помощи на догоспитальном этапе являются безошибочная постановка диагноза и сокращение временных задержек при транспортировании пациента в стационар. ОНМК относится к неотложным состояниям, по этой причине все пациенты с подозрением на инсульт должны быть направлены и транспортированы первой прибывшей на вызов бригадой скорой медицинской помощи в региональные сосудистые центры и специализированные отделения многопрофильных стационаров для лечения больных с ОНМК. Максимально быстрая транспортировка пациента в стационар, а также сокращение времени обследования для верификации диагноза являются залогом успешного проведения терапии.

Перспективность раннего назначения терапии объясняется концепцией терапевтического окна у больных ОНМК. Первые три часа с момента появления симптоматики инсульта являются оптимальным временем для госпитализации, далее значительно увеличивается количество осложнений инсульта и тяжесть последующей инвалидизации.

В случае отдаленного расположения и длительной транспортировки пациента в условиях реанимобиля рекомендуется начало базисной терапии ОНМК в соответствии с основными направлениями: контроль за состоянием функций жизнеобеспечения (уровень сознания, АД, ЧСС, SaO<sub>2</sub>) адекватная оксигенация, определение температуры тела, устранение гиповолемии, купирование судорог, мониторинг уровня глюкозы, первичная нейропротекция.

В связи с тем, что COVID-19-ассоциированный инсульт характеризуется развитием крайне тяжелого состояния с нарушением сознания пациента, развивается нарастающий отек мозга с последующей декомпенсацией. Параллельно с

этим тяжесть состояния обусловлена коронавирусной инфекцией, что повышает риски летального исхода. Эффективная работа службы скорой помощи во многом определяет исход заболевания и прогноз у пациентов с данной нозологией.

### **Материалы и методы исследования**

Был проведен анализ карт вызова скорой помощи (учетная форма 110/у) с диагнозами U07.1 коронавирусная инфекция COVID-19 (Вирус идентифицирован) и U07.2 коронавирусная инфекция COVID-19 (Вирус не идентифицирован) за 2020-2022 годы. Из общего числа пациентов с данными диагнозами, были отобраны пациенты с клинической картиной ОНМК. Так же был проведен расчет времени от вызова пациентом бригады СМП до госпитализации в стационар. Статистическая обработка проводилась с использованием программы MICROSOFT EXCEL 2010.

### **Результаты исследования**

В ходе анализа карт вызова скорой помощи пациентов, инфицированных SARS-CoV-2 было выявлено 77 пациентов с клинической картиной ОНМК в возрасте от 32 до 95 лет (средний возраст – 69 лет). В группе наблюдения преобладали женщины – 65,38%. Удельный вес мужчин составил 34,62%. Данные пациенты были госпитализированы в стационары, г. Иркутска: ОГБУЗ «Иркутская городская клиническая больница №1», МСЧ ИАПО, ОГАУЗ «Иркутская городская клиническая больница №8», ГБУЗ Иркутская ордена «Знак Почета» областная клиническая больница, ОГАУЗ «Иркутская городская клиническая больница №10».

Среднее время оказания неотложной помощи, включая время перевозки в стационар 1 час 59 минут с учетом отдаленности места вызова и загруженности бригад в период пандемии COVID-19.

### **Заключение**

Причинами цереброваскулярных заболеваний у больных с подтвержденной новой коронавирусной инфекцией, может служить вызванное вирусом нарушение

ние реологии крови. А также коагулопатии, которые, в свою очередь, способствуют тромбоцитарным нарушениям и нарушениям факторов свертывания крови. Также к нарушениям гемостаза может приводить наблюдающийся при COVID-19 цитокиновый шторм. Кроме того, коронавирус способствует развитию гипоксии всех органов, включая и гипоксию головного мозга, что может способствовать прогрессированию сосудистых заболеваний головного мозга и стать их патоморфологической причиной.

Таким образом, говоря об основных аспектах неотложной помощи пациентам с сосудистыми заболеваниями головного мозга, протекающими на фоне COVID-19, важно понимать необходимость обеспечения своевременной диагностики, грамотной маршрутизации и минимизации задержек при транспортировке пациента в стационар. Что в свою очередь является критериями успешного и эффективного дальнейшего лечения пациентов в профильных отделениях.

### **Список литературы:**

1. Mao L, Wang M, Chen S, et al. Neurological manifestations of hospitalized patients with COVID-19 in Wuhan, China: a retrospective case series study. *JAMA Neurology*. 2021;e201127. <https://doi.org/10.1001/jamaneurol.2020.1127>
2. Екушева Е.В. и др. Неврологические осложнения COVID-19 и постковидный синдром / Е.В. Екушева, В.В. Ковальчук, И.А. Щукин. – М.: ООО «АСТ 345», 2022. – 104 с.: ил.
3. Wu Y, Xu X, Chen Z, et al. Nervous system involvement after infection with COVID-19 and other coronaviruses. *Brain Behav Immun*. 2020;87:18-22. <https://doi.org/10.1016/j.bbi.2020.03.031>
4. Голохвастов С.Ю., Литвиненко И.В., Янишевский С.Н. и др. Ишемический мозговой инсульт как первое клиническое проявление новой коронавирусной инфекции. *Известия Российской военно-медицинской академии*. 2020;39(S3–2):35–38.
5. Li Y, Li M, Wang M, et al. Acute cerebrovascular disease following COVID-19: a single center, retrospective, observational study. *Stroke Vasc Neurol*. 2020;5(3):279-284. <https://doi.org/10.1136/svn-2020-000431>
6. Wang Z, Yang Y, Liang X, Gao B, Liu M, Li W, Chen Z and Wang Z (2020) COVID-19 Associated Ischemic Stroke and Hemorrhagic Stroke: Incidence, Potential Pathological Mechanism, and Management. *Front. Neurol*. 11:571996. <https://doi.org/10.3389/fneur.2020.571996>

7. Путилина М.В., Вечорко В.И., Гришин Д.В., Сидельникова Л.В. Острые нарушения мозгового кровообращения, ассоциированные с коронавирусной инфекцией SARS-CoV-2(COVID-19). Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова. 2020;120(12):109-117.
8. Временные методические рекомендации "Ведение пациентов с острыми нарушениями мозгового кровообращения в контексте пандемии COVID-19. Версия 2" (утв. Минздравом России 16.04.2020).
9. Путилина МВ, Гришин ДВ. SARS-CoV-2 (COVID-19) как предиктор нейровоспаления и нейродегенерации. Потенциальные стратегии терапии. Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова. Спецвыпуски. 2020;120(8):58-64.
10. Федин АИ, Старых ЕП, Путилина МВ, и др. Эндотелиальная дисфункция у больных с хронической ишемией головного мозга и возможности ее фармакологической коррекции. Лечащий врач. 2015;(5):15-18.
11. Гусев ЕИ, Мартынов МЮ, Бойко АН, и др. Новая коронавирусная инфекция (COVID-19) и поражение нервной системы: патогенез, клинические проявления, организация неврологической помощи. Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова. 2020;120(6):7-16
12. Особенности течения острого нарушения мозгового кровообращения у пациентов, перенесших новую коронавирусную инфекцию, по данным COVID-центра ГКБ им. С.П. Боткина. Русский медицинский журнал. [https://www.rmj.ru/articles/nevrologiya/Osobennosti\\_techeniya\\_ostrogo\\_naruseniya\\_mozgovogo\\_krovoobrascheniya\\_u\\_pacientov\\_perenessih\\_novuyu\\_koronavirusnuyu\\_infekciyu\\_po\\_dannym\\_COVID-centra\\_GKB\\_im\\_SP\\_Botkina/](https://www.rmj.ru/articles/nevrologiya/Osobennosti_techeniya_ostrogo_naruseniya_mozgovogo_krovoobrascheniya_u_pacientov_perenessih_novuyu_koronavirusnuyu_infekciyu_po_dannym_COVID-centra_GKB_im_SP_Botkina/)
13. Кожашева А.Е., Белесбек С.О., Абдимитова Д.Ж., Сакен Б.М., Бориходжаева А.П., Баймухамбетова З.Б. COVID-19 и инсульт: возможные причины и патогенез развития (литературный обзор) // Вестник КазНМУ. 2021. №1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/covid-19-i-insult-vozmozhnye-prichiny-i-patogenez-razvitiya-literaturnyy-obzor> (дата обращения: 26.04.2023).
14. Андреев В.В., Подунов А.Ю., Лапин Д.С., Гиляева З.Л., Никифорова Е.Н., Голиков К.В., Руденко Д.И. Клинико-патогенетические особенности церебрального инсульта у больных с новой коронавирусной инфекцией (COVID-19). Регионарное кровообращение и микроциркуляция. 2020;19(3):46-56. <https://doi.org/10.24884/1682-6655-2020-19-3-46-56>
15. Временные методические рекомендации «Профилактика, диагностика и лечение новой коронавирусной инфекции». Версия 16 (18.08.2022)
16. Остроумова Т.М., Остроумова О.Д., Араблинский Н.А., Головина О.В. Инсульт и COVID 19. Медицинский алфавит. 2021; (1): 26–30. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2021-1-26-30>
17. Левин О.С., Комарова А.Г., Плоскирева А.А. и др. Особенности течения острого нарушения мозгового кровообращения у пациентов, перенесших новую коронавирусную инфекцию, по данным COVID-центра ГКБ им. С.П. Боткина. РМЖ. 2022;5:7–11.

18. Кирилук, Е.В. Особенности клинического течения, диагностики и лечения острого инсульта, развившегося на фоне новой коронавирусной инфекции / Е.В. Кирилук, Г.Р. Кучава, В.А. Голонзко // Диагностика и лечение новой коронавирусной инфекции. Организация работы в условиях многопрофильного стационара : Руководство для врачей / Под редакцией В.И. Вечорко. – Москва : ООО "Издательский дом "Практика", 2020. – С. 169-176. – DOI 10.51833/9785898161804\_169. – EDN VIAKYU.

**ПСИХОЛОГИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА СПАСАТЕЛЯ КАК ЭЛЕМЕНТ  
ОБЕСПЕЧЕНИЯ АВАРИЙНО СПАСАТЕЛЬНЫХ РАБОТ  
ПО ЛИКВИДАЦИИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ**

***Шамко Евгений Сергеевич***

*курсант,  
факультет предупреждения  
и ликвидации чрезвычайных ситуаций,  
Университет гражданской защиты,  
Республика Беларусь, г. Минск  
E-mail: [shamko.99@mail.ru](mailto:shamko.99@mail.ru)*

***Асланов Марк Максимович***

*курсант,  
факультет предупреждения  
и ликвидации чрезвычайных ситуаций,  
Университет гражданской защиты,  
Республика Беларусь, г. Минск*

***Чиж Людмила Викторовна***

*научный руководитель, доц.,  
кафедра ликвидации чрезвычайных ситуаций,  
Университет гражданской защиты,  
Республика Беларусь, г. Минск*

**PSYCHOLOGICAL TRAINING OF A RESCUER AS AN ELEMENT  
OF ENSURING THE CONDUCT OF EMERGENCY RESCUE OPERATIONS  
TO ELIMINATE EMERGENCY SITUATIONS**

***Eugene Shamko***

*Cadet,  
Faculty of prevention  
and elimination of emergency situations,  
University of Civil Protection,  
Republic of Belarus, Minsk*

***Mark Aslanov***

*Cadet,  
Faculty of prevention  
and elimination of emergency situations,  
University of Civil Protection,  
Republic of Belarus, Minsk*

*Ludmila Chyzh*

*Scientific supervisor, Associate Professor,  
Department of Elimination of emergency situation,  
University of Civil Protection,  
Republic of Belarus, Minsk*

## **АННОТАЦИЯ**

Психологическая подготовка, являясь сложным видом профессиональной подготовки, требует высокого уровня научно-психологической подготовленности преподавателя, методического мастерства и материально-технического обеспечения дисциплины.

В процессе профессиональной подготовки личного состава боевых подразделений важнейшее значение имеют имитация и натурное моделирование чрезвычайных ситуаций (ЧС), с применением различных методов и приемов мотивационного, познавательного, эмоционально-волевого и психофизиологического характера.

## **ABSTRACT**

Psychological training, being a complex type of professional training, requires a high level of scientific and psychological preparedness of the teacher, methodological skills and material and technical support of the discipline.

In the process of professional training of personnel of combat units, imitation and full-scale modeling of emergency situations (emergencies), using various methods and techniques of motivational, cognitive, emotional-volitional and psychophysiological nature are of the utmost importance.

**Ключевые слова:** психологическая подготовка, чрезвычайная ситуация, мотивация, первая помощь, фантомно-модульный комплекс, психологическая подготовка, мотив.

**Keywords:** psychological preparation, emergency, motivation, first aid, phantom-modular complex, psychological preparation, motive.



Одним из решающих значений принадлежит вопросу воспроизведения, как внешних условий боевых действий, так и внутренних, психологических, характерных для деятельности по ликвидации ЧС. Приближение условий на практических занятиях к реальным боевым достигается выбором места, времени и условий проведения, имитацией факторов ЧС, фактическим использованием средств ликвидации ЧС, фантомно-модульного комплекса по оказанию первой помощи пострадавшим в ЧС. Специального внимания требует формирование у личного состава правильных представлений о факторах и вариантах боевой обстановки. Психологическая роль реальных представлений боевой обстановки очень важна, что создает определенную психологическую готовность к встрече с ЧС, повышая психологическую устойчивость спасателя. Отсутствие представлений приводит к восприятию факторов ЧС как внезапных, неожиданных, повышая психологическое воздействие на личный состав подразделений.

Последовательная постановка задач убеждают обучающего в целесообразности каждого шага деятельности на занятиях, способствуют постепенному пониманию не только близкой, но и дальней перспективы использования знаний. Велико значение мотивов в формировании целостной личности, которой свойственно единство образа мышления и поведения. Мотивы выполняют двоякую функцию: побуждают и направляют практическую деятельность и придают ей субъективный, личностный смысл. Как социально-психологическое явление, мотивы обучаемого охватывают его социальные ориентации и убеждения, затрагивают стратегическую ориентацию поведения, играют роль действенной силы в целенаправленной мобилизации умственного потенциала и творческих сил личности.

При изучении алгоритмов первой помощи существует диалектическое единство рационального и эмоционального стремления к познанию. Стремление к новым знаниям не является чисто рациональным явлением, оно связано с сильными эмоциями, обусловленными переживаниями и субъективным опытом. В зависимости от своеобразия проблемы, решаемой в результате познавательной деятельности, и индивидуальных особенностей личности, осуществляющей эту деятельность, эмоциональная сторона процессов познания складывается чрезвычайно

разнообразно. Приобретенные знания связаны с переживаниями, учебная деятельность имеет эмоциональную сторону, которая в значительной мере определяет количество и качество восприятия учебного материала и удерживает его в памяти. Эмоционально мотивированным обучение становится в том случае, если учебный материал и сами занятия представляют интерес, что способствует значительной интенсификации учебного процесса.

Мотивация учебной деятельности одна из существенных детерминант успешного обучения, которая определяется организацией учебного процесса. Мотивируемые формы деятельности и взаимодействия составляют основу для развития всех сфер личности спасателя. Мотивация, вызванная познавательным интересом, способна поддерживать повседневную учебную работу и направлена к достижению компетентности спасателя. Ведущей формой положительной мотивации в сфере познания выступает познавательный интерес. Если для формирования индивидуального стиля трудовой деятельности важен сам факт наличия положительного отношения к деятельности, то в области познания особое значение приобретает качественная, содержательная сторона познавательного интереса, который способствует осознанию ценностной значимости изучаемых алгоритмов.

Одним из решающих значений принадлежит вопросу воспроизведения, как внешних условий боевых действий, так и внутренних, психологических, характерных для деятельности по ликвидации ЧС. Приближение условий на практических занятиях к реальным боевым достигается выбором места, времени и условий проведения, имитацией факторов ЧС, фактическим использованием средств ликвидации ЧС, фантомно-модульного комплекса по оказанию первой помощи пострадавшим в ЧС. Специального внимания требует формирование у личного состава правильных представлений о факторах и вариантах боевой обстановки. Психологическая роль реальных представлений боевой обстановки очень важна, что создает определенную психологическую готовность к встрече с ЧС, повышая психологическую устойчивость. Отсутствие представлений приводит к восприятию факторов ЧС как внезапных, неожиданных, повышая психологическое воздействие на личный состав подразделений.

Формирование представлений о сложности боевой обстановки при ликвидации ЧС осуществляется на занятиях практико-ориентированной дисциплины «Первая помощь пострадавшим в ЧС». Первая помощь пострадавшим является одним из приоритетных направлений в ликвидации чрезвычайной ситуации. Дисциплина «Первая помощь в чрезвычайных ситуациях» является одной из важнейших специальных практико-ориентированных учебных дисциплин, освоение которой направлено на повышение качества подготовки к профессиональной деятельности спасателя. Целью изучения учебной дисциплины является формирование базиса культуры безопасности жизнедеятельности и готовности к профессиональной практической деятельности по решению задач экстренного реагирования и оказания первой помощи пострадавшим в чрезвычайной ситуации. Для решения задач практико-ориентированной дисциплины на приобретение обучающимися глубоких практических навыков и умений по вопросам оказания первой помощи пострадавшим в чрезвычайных ситуациях, повышения творческой активности личности обучающегося; реализации мотивов и цели обучения в ходе профессиональной подготовки спасателя по вопросам оказания первой помощи пострадавшим в чрезвычайной ситуации, выработке умения работать совместно, единой командой и индивидуально, на основе взаимозаменяемости, создан фантомно-модульный комплекс, как элемент повышения эффективности процесса формирования профессиональной компетентности спасателя с актуализацией профессионального потенциала обучающихся. Опасность, риск, высокая ответственность воспроизводятся в учебных условиях путем имитации тушения пожара с огнем, высокой температурой, задымленностью и загазованностью, в стесненных помещениях, в подвалах, на большой высоте. Для психологической подготовки по ликвидации ЧС используется фантомно-модульного комплекс, который призван развивать у личного состава смелость, самообладание, стойкость к опасным факторам ЧС, умение выполнять профессиональные действия по оказанию первой помощи пострадавшим при большом внутреннем напряжении. Насыщенность обстановки практических занятий элементами новизны, необычности, неопределенности, формирует своеобразное клиническое

мышление, стойкость к новому и неожиданному, готовность к гибким, учитывающим изменения обстановки ЧС, действиям, побуждает к активному поиску новых способов действий в боевой обстановке, будит творческую мыслительную активность, развивает находчивость, умение сохранять самообладание и готовность к боевым действиям по ликвидации ЧС.

Для активизации познавательной деятельности при изучении алгоритмов ПП, следует использовать знания физической, химической и биологической природы неотложных состояний пострадавшего, рассматривать этиологические причины тех или иных осуществляемых практических алгоритмов ПП, готовить спасателей к самостоятельному прогнозированию возможных осложнений и осуществлять грамотную помощь в сложившейся экстремальной ситуации.

Обстановка практических занятий создается без шаблонного повторения условий проведения, введением изменений, не дающим возможности бездумно использовать ранее отработанные способы действий и практические алгоритмы по оказанию первой помощи пострадавшим.

Введение в натурно смоделированную реальную боевую обстановку ЧС манекенов фантомно-модульного комплекса по оказанию первой помощи пострадавшим, служит высоким целям безопасности жизнедеятельности, профессиональной и психологической подготовке спасателя для ликвидации ЧС. Каждое действие отрабатывается в условиях максимально приближенных к реальным ЧС. Условия больших нагрузок необходимы для развития выносливости, сохранения самообладания, развития волевых качеств. Качества создаются не только имитацией сложной обстановки, но и длительностью напряженных действий по ликвидации ЧС.

Методика психологической подготовки, обладая общими основами с методикой других направлений профессиональной подготовки, имеет свои особенности. Одним из решающих значений принадлежит вопросу воспроизведения, как внешних условий боевых действий, так и внутренних, психологических, характерных для деятельности по ликвидации ЧС.

Индивидуальная психологическая подготовленность спасателя высшего уровня достигается не только в условиях строгой индивидуальной подготовки,

но и взаимозаменяемостью личного состава, где обучаются вопросам согласования своих действий с действиями других. В условиях групповых действий создаются условия более близкие к реальным, боевым.

Личный состав отрабатывает практические алгоритмы по оказанию первой помощи пострадавшим в ЧС в условиях натурального моделирования с использованием фантомно-модульного комплекса, затем происходит постепенное усложнение действий до максимально приближенных к боевым. Психологическая подготовка осуществляется с учетом общих методических правил последовательности профессиональной подготовки: отработка практических алгоритмов ликвидации ЧС в обстановке, реально приближенной к жизненной ситуации; прохождение учебной практики в виде ночных дежурств на клинических базах больниц для закрепления алгоритмов первой помощи пострадавшим. Фантомно-модульный комплекс дает уникальную возможность эффективного и качественного обучения вопросам оказания первой помощи пострадавшим в чрезвычайной ситуации и является одним из факторов повышения эффективности процесса формирования профессиональной компетентности спасателя, обеспечивает мотивацию, которая определяется стремлением к познанию, интересом и увлеченностью учебной деятельностью. Предпочтение целесообразно отдается формам занятий, условиям и приемам, имеющим наибольшую эффективность в процессе профессиональной и психологической подготовки личного состава боевых подразделений при ликвидации ЧС.

### **Список литературы:**

1. Чиж Л.В. Первая помощь в чрезвычайных ситуациях: учебное пособие / Л.В. Чиж, А.В. Воробей, И.И. Полевода – Минск: Колоград, 2017. – 396С.
2. Чиж, Л.В. Экстренная медицина. Практикум: учебное пособие / Л.В. Чиж, А.В. Воробей, Г.Ф. Ласута – Минск: РЦСиЭ, 2011. – 142 с.
3. Чиж Л.В. Первая помощь пострадавшим: учебное пособие / Л.В.Чиж. – Минск: УГЗ, 2021. – 274с.

## СЕКЦИЯ

### «ФИЗИКА»

#### ОПРЕДЕЛЕНИЕ МОРФОЛОГИИ ЭРИТРОЦИТОВ МЕТОДОМ РЕШЕНИЯ ОБРАТНОЙ ЗАДАЧИ СВЕТОРАССЕЯНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КЛАСТЕРИЗАЦИИ

*Владимиров Роман Сергеевич*

*магистрант,  
кафедра биомедицинской физики,  
Новосибирский государственный университет,  
РФ, г. Новосибирск  
E-mail: [r.vladimirov@g.nsu.ru](mailto:r.vladimirov@g.nsu.ru)*

*Некрасов Вячеслав Михайлович*

*научный руководитель,  
канд. физ.-мат. наук., ст. научн. сотр.  
лаборатории “Цитометрии и биокинетики”,  
Институт химической кинетики  
и горения им В.В. Воеводского,  
РФ, г. Новосибирск*

#### АННОТАЦИЯ

Разработан программный комплекс для решения обратной задачи светорассеяния с использованием кластеризации. Среди большого разнообразия был выбран иерархический метод построения бинарного дерева – метод kd-дерева. Индикатрисы, представляющие из себя точки в многомерном пространстве, разделялись на кластеры по координате, разброс амплитуд в которой оказывался наибольшим. Глубина построения дерева задается вручную оператором, и зависит от размера базы данных. Установлено, что отсутствует необходимость построения дерева до узлов единичных размеров, так как дальнейшая обработка частиц требует накопления некоторого их количества. Для использованной в работе базы данных размером 1,8 млн. частиц оптимальная глубина построения составляет 18. В процессе работы для большего ускорения реализован промежуточный этап фильтрации узлов. Фильтрация производилась по параметру связи теоретического и экспериментального сигнала, названного в работе коэффициент  $\alpha$ .

**Ключевые слова:** кластеризация, индикатриса светорассеяния, сканирующий проточный цитометр, обратная задача светорассеяния

Исследование морфологии здоровых и патологически измененных эритроцитов может помочь осуществлять более раннюю и точную диагностику болезней, а также исследовать взаимосвязь между известными болезнями и параметрами эритроцитов. В научной среде проведение экспериментов, как правило, не так сильно ограничено по длительности и более требовательно к точности осуществляемых исследований. Из этого следует, что не все методы, используемые в науке, пригодны для диагностики. В настоящее время в клиниках чаще всего используют микроскопию [1, с. 7; 2, с. 405; 3, с. 623; 4, с. 1040], кондуктометрический метод и проточную цитометрию.

Сканирующая проточная цитометрия – метод исследования частиц путем анализа рассеянного ими света. Проба, содержащая исследуемые частицы, прогоняется через капилляр, освещаемый лазером, частицы рассеивают свет лазера, рассеянный свет при помощи системы зеркал доставляется в фотоэлектронные умножители. Далее измеренный сигнал обрабатывается для получения индикатрисы светорассеяния – зависимости интенсивности светорассеяния от угла рассеяния. Индикатрисы содержат в себе всю необходимую информацию о светорассеивающих свойствах частицы.

Актуальный метод исследования при помощи сканирующей проточной цитометрии на базе лаборатории цитометрии и биокинетики (ЦиБ) СО РАН позволяет измерять вплоть до 48 параметров эритроцитов, что значительно больше, чем результаты измерений на стандартном цитометре. Однако для практических целей существенным недостатком данной технологии является большое время обработки данных. Обработка результатов измерения пробы для одного пациента в настоящее время занимает более часа, что неприемлемо в клинических исследованиях. По этой причине было решено исследовать возможности ускорения алгоритма для дальнейшего его внедрения в клиническую систему.

Для определения параметров измеренных частиц необходимо провести решение обратной задачи светорассеяния. Экспериментально измеренные на цитометре

индикатрисы сравниваются с предварительно насчитанной теоретической базой данных частиц с известными параметрами, и в результате сравнения параметры наиболее близкой (с точки зрения нормы) частицы из базы данных принимаются с некоторой вычисляемой погрешностью за параметры исследуемой частицы. Таким образом, проводя сравнения, находятся параметры для всех измеренных частицы в пробе.

В работе реализован метод ускорения решения обратной задачи светорассеяния, основанный на кластеризации используемой базы данных методом kd-дерева, а также введена дополнительная фильтрация узлов построенного дерева.

Метод kd-дерева – алгоритм кластеризации, осуществляющий разбиение данных на двоичное дерево, в котором каждый узел является k-мерной точкой. Каждый нелистовой узел можно рассматривать как гиперплоскость, которая делит пространство на две части, известные как полупространства. Точки слева от этой гиперплоскости представлены левым поддеревом этого узла, а точки справа от гиперплоскости – правым поддеревом.

Пусть имеется некоторый набор данных, состоящий из  $p$  точек  $N$ -мерного пространства  $V_0 = \{v_1, \dots, v_p\}$ ,  $v_i = (x^i_1, \dots, x^i_N) \in \mathbf{R}^N$ . Для того, чтобы разделить текущее дерево на 2 листа, найдем такую координату  $k$  в пространстве  $\mathbf{R}^N$ , для которой:

$$|x^i_k - x^j_k| \rightarrow \max \quad (1)$$

Далее, отсортируем все точки в  $V$  по возрастанию значения в координате  $k$ , найдем медианное значение  $v_{\text{med}}$  и сформируем два новых кластера: в левый кластер  $V_1$  попадут все точки отсортированного кластера от начала до  $v_{\text{med}}$  не включительно, в правый кластер  $V_2$  попадут все точки от  $v_{\text{med}}$  до последней точки.

Используя вышеописанный алгоритм, можно построить дерево нужной глубины. В стандартных случаях, дерево подразумевается построенным “до конца”, т.е. кластеры самого нижнего уровня будут содержать в себе по одному элементу



исходного набора данных. Однако в случае решения обратной задачи светорассеяния такой подход хоть и возможен к реализации, но оказался менее эффективным по сравнению с реализованным в данной работе.

Далее построенное дерево будет использовано для решения вариации задачи поиска ближайшего соседа – поиск ближайшего диапазона элементов. Важнейшим параметром для решения такой задачи является мера расстояния.

Амплитуда экспериментального сигнала и смоделированного сигнала отличается на порядки. Следовательно, для корректного их сравнения необходимо ввести некий коэффициент, названный в данной работе коэффициентом  $\alpha$ . По своей физической сути, коэффициент  $\alpha$  – это коэффициент экспериментальной установки, зависящий от многих факторов.

Математический вывод этого коэффициента основан на решении уравнения:

$$\sum_{i=1}^{120} (\alpha \cdot \text{exp}_i - \text{th}_i)^2 \cdot \omega_i \xrightarrow{\alpha} \min, \quad (2)$$

где  $\text{exp}_i$  и  $\text{th}_i$  – экспериментальная и теоретическая индикатрисы, соответственно,  $\omega_i$  – инструментальный весовой коэффициент.

Для решения этого уравнения необходимо взять производную по  $\alpha$  приравнять к нулю:

$$\frac{\partial}{\partial \alpha} = 0 = \sum_{i=1}^{120} (\alpha \cdot \text{exp}_i - \text{th}_i) \cdot \omega_i \cdot \text{exp}_i \quad (3)$$

Отсюда коэффициент  $\alpha$  равен:

$$\alpha = \frac{\sum_{i=1}^{120} \omega_i \cdot \text{exp}_i \cdot \text{th}_i}{\sum_{i=1}^{120} \omega_i \cdot \text{exp}_i \cdot \text{exp}_i} \quad (4)$$

Так как этот коэффициент связан с настройками установки, перед проведением эксперимента при помощи модельных частиц (полистирольных микросфер с хорошо известными параметрами), рассчитывается диапазон возможных коэффициентов  $\alpha$  для данной экспериментальной пробы. Знание об этом диапазоне

равнозначно знанию того, какие амплитуды экспериментальных индикатрис будут приемлемы с физической точки зрения.

Алгоритм реализован при помощи среды разработки Labview. Работа реализованной программы и все дальнейшие результаты были получены на стационарном ПК со следующими характеристиками: процессор Xeon E5-2689 тактовой частотой 2,6 ГГц, 256 гб оперативной памяти.

Все вычисления проводились с использованием базы данных эритроцитов размером 1,8 млн. индикатрис, набор экспериментальных индикатрис составлял 2000 частиц. В настоящее время цитометр устроен таким образом, что за один экспериментальный цикл измеряется порядка 2000 частиц, так как такое количество можно считать статистически достоверным.

Первые опыты с кластеризацией показали, что выигрыш по времени составляет порядка 10-15% по сравнению с актуальным методом лаборатории. Положение уровня дополнительной фильтрации непосредственно влияет на точность и скорость работы всего алгоритма. Более высокое положение узла в дереве свидетельствует о том, что индикатрисы данного узла претерпели меньше процедур разделения, чем все нижележащие узлы. Следовательно, формы индикатрис в более высоких узлах внутри самих этих узлов отличаются сильнее, чем в нижележащих. А значит, средняя индикатриса в высоких узлах, сильнее отличается от представителей такого узла. Из этого следует, что чем раньше применяется фильтрация, тем больше становится вероятность того, что потенциально “хорошие” индикатрисы могут быть отсеяны, так как попали в кластер с “плохой” средней индикатрисой. Таким образом, необходимо решить задачу оптимизации: определить такую глубину фильтрации, чтобы отношение точности и скорости работы было удовлетворительным.

В качестве эталона работы реализованного алгоритма был принят актуальный лабораторный метод, как более точный и проверенный. Таким образом, ожидалось, что при увеличении глубины фильтрации результаты работы алгоритма с применением кластеризации будут стремиться к результатам лабораторного алгоритма.

Для тщательного сравнения результаты были представлены в следующем виде:

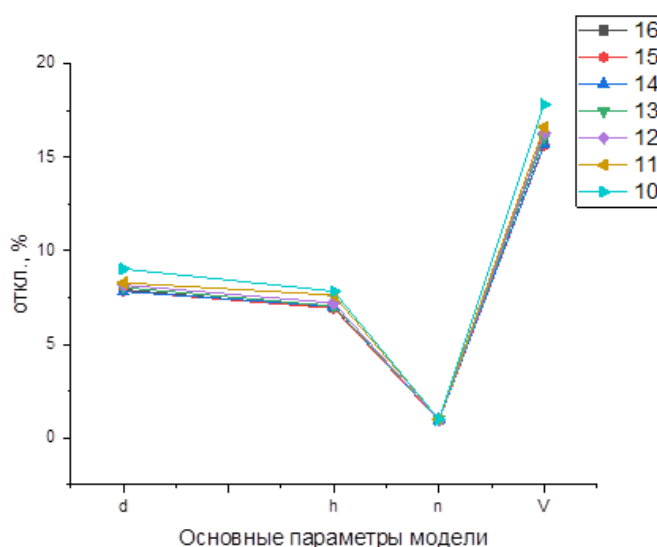
$$P_i = \frac{|L_i^{exp} - L_i^{th}|}{\max(L_i^{exp}, L_i^{th})} \times 100\%, \quad (5)$$

где  $L_i^{exp}$ ,  $L_i^{th}$  – экспериментальный и теоретический векторы параметров для  $i$ -ой индикатрисы, соответственно. Выбранное представление показывает отклонение средних параметров, вычисленных методом кластеризации, от эталонного значения. Результаты представлены в таблице 2 и на рисунке 8. Как видно, наибольшее отклонение от эталона наблюдается при измерении параметра толщины перетяжки, и составляет порядка 30%. Такое высокое отклонение связано с тем, что эталонный метод изначально плохо определяет данный параметр, по-сему предлагается исключить его из рассмотрения.

**Таблица 1.**

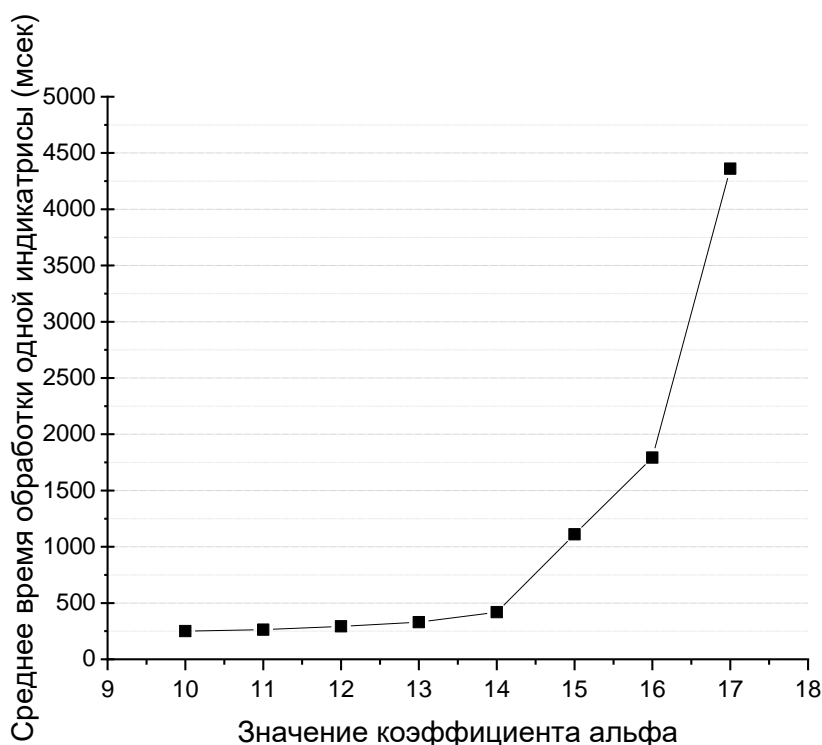
**Показатели отклонений (%) основных параметров модели при различных показателях глубины фильтрации:  $d$  – диаметр,  $w$  – толщина перетяжки,  $h$  – наибольшая толщина,  $n$  – показатель преломления,  $V$  – объем эритроцита**

	10	11	12	13	14	15	16
<b>d</b>	9,03	8,29	8,17	8,04	7,82	7,84	7,92
<b>w</b>	35,4	33,42	31,9	31,95	30,93	30,2	30,18
<b>h</b>	7,84	7,63	7,21	7,04	7,03	6,92	6,93
<b>n</b>	0,99	0,99	0,95	0,97	0,96	0,94	0,93
<b>V</b>	17,81	16,6	16,29	16,05	15,69	15,63	15,68



**Рисунок 1. Зависимость отклонения параметров эритроцитов от глубины фильтрации:  $d$  – диаметр,  $h$  – наибольшая толщина,  $n$  – показатель преломления,  $V$  – объем**

Из сравнения отклонений видно, что при увеличении глубины фильтрации значения параметров при анализе кластерным методом сходятся к эталонным. Таким образом, для определения оптимального или субоптимального уровня глубины, необходимо выбрать, какое время работы алгоритма будет удовлетворять потребностям в клинической практике. На рисунке 9 и в таблице 3 представлена зависимость среднего времени обработки одной индикатрисы от глубины фильтрации.



**Рисунок 2. Зависимость среднего времени обработки индикатрисы от глубины фильтрации по параметру альфа**

Из результатов видно, что при увеличении глубины фильтрации, начиная с уровня 14, происходит резкое повышение времени работы алгоритма. Отсюда следует, что субоптимальным решением будет уровень фильтрации 14, поскольку увеличение времени работы, по сравнению с предыдущими уровнями, незначительное, однако такое решение лежит ближе к эталону. Субоптимальным оно является из-за того, что решение все же отличается от эталона, а не совпадает

с ним, однако выигрыш по времени в случае такого анализа, преобладает над точностью решения.

*Таблица 2.*

**Время обработки одной индикатрисы при различных уровнях фильтрации**

<b>Глубина фильтрации</b>	<b>Время обработки одной индикатрисы, мсек</b>
10	250
11	260
12	290
13	330
14	420
15	1100
16	1800
17	3600

**Список литературы:**

1. Bransky A. et al. Correlation between erythrocytes deformability and size: a study using a microchannel based cell analyzer // *Microvasc. Res.* 2007. Vol. 73, № 1. P. 7–13.
2. Canham P.B., Burton A.C. Distribution of Size and Shape in Populations of Normal Human Red Cells // *Circ. Res.* 1968. Vol. 22, № 3. P. 405–422.
3. Gifford S.C. et al. Parallel Microchannel-Based Measurements of Individual Erythrocyte Areas and Volumes // *Biophys.J.* 2003. Vol. 84, № 1. P. 623–633.
4. Tomaiuolo G. et al. Comparison of two flow-based imaging methods to measure individual red blood cell area and volume // *Cytom. Part J. Int. Soc. Anal. Cytol.* 2012. Vol. 81, № 12. P. 1040–1047.

*ДЛЯ ЗАМЕТОК*

**НАУЧНОЕ СООБЩЕСТВО СТУДЕНТОВ XXI СТОЛЕТИЯ.  
ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ**

*Электронный сборник статей по материалам СХХV студенческой  
международной научно-практической конференции*

№ 6 (121)  
Июнь 2023 г.

В авторской редакции

Издательство ООО «СибАК»  
630049, г. Новосибирск, Красный проспект, 165, офис 5.  
E-mail: mail@sibac.info

16 +



**СибАК**  
[www.sibac.info](http://www.sibac.info)

