

**АКАДЕМИЯ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ
«ACADEMY OF NATURAL HISTORY»**

**МЕЖДУНАРОДНЫЙ
ЖУРНАЛ ПРИКЛАДНЫХ
И ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ**

**INTERNATIONAL
JOURNAL OF APPLIED
AND FUNDAMENTAL
RESEARCH**

Журнал основан в 2007 году
The journal is based in 2007
ISSN 1996-3955

Двухлетний импакт-фактор
РИНЦ = 0,520

Пятилетний импакт-фактор
РИНЦ = 0,259

№ 9 2023

Научный журнал
Scientific journal

Журнал International Journal of Applied and Fundamental Research (Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований) зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций. Свидетельство ПИ № ФС 77-60735.

Электронная версия размещается на сайте www.rae.ru
The electronic version takes places on a site www.rae.ru

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР
к.м.н. *Н.Ю. Стукова*
Ответственный секретарь
к.м.н. *М.Н. Бизенкова*

EDITOR
Natalia Stukova
Senior Director and Publisher
Maria Bizenkova

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

д.б.н., проф. Абдуллаев А. (Душанбе); к.б.н. Алиева К.Г. (Махачкала); д.х.н., к.ф.-м.н., проф. Алоев В.З. (Чегем-2); д.б.н., проф. Андреева А.В. (Уфа); к.географ.н., доцент Аничкина Н.В. (Липецк); к.ф.-м.н. Барановский Н.В. (Томск); д.б.н., доцент Белых О.А. (Иркутск); д.т.н., проф. Бурмистрова О.Н. (Ухта); д.т.н., доцент Быстров В.А. (Новокузнецк); д.м.н., проф. Гарбуз И.Ф. (Тирасполь); д.ф.-м.н., проф. Геворкян Э.А. (Москва); д.х.н., проф. Гурбанов Г.Р. (Баку); д.ветеринар.н., доцент Ермолина С.А. (Киров); к.т.н. Есенаманова М.С. (Атырау); к.ф.-м.н., д.п.н., проф. Ефремова Н.Ф. (Ростов-на-Дону); д.м.н. Жураковский И.П. (Новосибирск); д.т.н., доцент Ибраев И.К. (Темиртау); к.т.н., доцент Исмаилов З.И. (Баку); д.б.н., с.н.с. Кавцевич Н.Н. (Североморск); д.т.н., проф. Калмыков И.А. (Ставрополь); д.б.н. Кокорева И.И. (Алматы); д.г.-м.н., доцент Копылов И.С. (Пермь); к.б.н., доцент Коротченко И.С. (Красноярск); к.с.-х.н., доцент Кряжева В.Л. (Нижний Новгород); д.ф.-м.н., доцент Кульков В.Г. (Волжский); д.б.н. Ларионов М.В. (Балашов); д.б.н., к.с.-х.н., доцент Леонтьев Д.Ф. (Иркутск); д.географ.н., к.б.н., проф. Луговской А.М. (Москва); д.г.-м.н., с.н.с. Мельников А.И. (Иркутск); д.т.н., проф. Несветаев Г.В. (Ростов-на-Дону); д.с.-х.н. Никитин С.Н. (п. Тимирязевский); д.фарм.н., доцент Олешко О.А. (Пермь); д.с.-х.н., с.н.с., проф. Партоев К. (Душанбе); к.п.н., доцент Попова И.Н. (Москва); д.т.н., проф. Рогачев А.Ф. (Волгоград); д.м.н., с.н.с., доцент Розыходжаева Г.А. (Ташкент); д.г.-м.н. Сакиев К.С. (Бишкек); д.т.н., проф. Сугак Е.В. (Красноярск); д.ветеринар.н., проф. Трефилов Б.Б. (Санкт-Петербург); к.т.н., доцент Хайдаров А.Г. (Санкт-Петербург); д.м.н., проф. Чарышкин А.Л. (Ульяновск); д.географ.н., проф. Чодураев Т.М. (Бишкек); д.б.н., проф. Шалпыков К.Т. (Бишкек); к.х.н. Шарифуллина Л.Р. (Москва); д.п.н., проф. Щирин Д.В. (Санкт-Петербург)

МЕЖДУНАРОДНЫЙ ЖУРНАЛ ПРИКЛАДНЫХ
И ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

INTERNATIONAL JOURNAL OF APPLIED
AND FUNDAMENTAL RESEARCH

Журнал включен в Реферативный журнал и Базы данных ВИНТИ.

Сведения о журнале ежегодно публикуются в международной справочной системе по периодическим и продолжающимся изданиям «Ulrich's Periodicals directory» в целях информирования мировой научной общественности.

Журнал представлен в ведущих библиотеках страны и является рецензируемым.

Журнал представлен в НАУЧНОЙ ЭЛЕКТРОННОЙ БИБЛИОТЕКЕ (НЭБ) –
головном исполнителе проекта по созданию Российского индекса научного
цитирования (РИНЦ) и имеет импакт-фактор Российского индекса научного
цитирования (ИФ РИНЦ).

Двухлетний импакт-фактор РИНЦ = 0,520.

Пятилетний импакт-фактор РИНЦ = 0,259.

Учредитель, издательство и редакция:
ООО НИЦ «Академия Естествознания»

Почтовый адрес: 105037, г. Москва, а/я 47

Адрес редакции и издателя: 410056, г. Саратов, ул. им. Чапаева В.И., д. 56

ISSN 1996-3955

Тел. редакции – 8-(499)-704-13-41

Факс (845-2)-47-76-77

E-mail: edition@rae.ru

Зав. редакцией Т.В. Шнуровозова

Техническое редактирование и верстка Е.Н. Доронкина

Корректор Е.С. Галенкина, Н.А. Дудкина

Подписано в печать – 29.09.2023

Дата выхода номера – 31.10.2023

Формат 60x90 1/8

Типография

ООО НИЦ «Академия Естествознания»

410035, Саратовская область, г. Саратов, ул. Мамонтовой, д. 5

Распространение по свободной цене

Усл. печ. л. 5

Тираж 500 экз.

Заказ МЖПиФИ 2023/9

© ООО НИЦ «Академия Естествознания»

СОДЕРЖАНИЕ

БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

СТАТЬЯ

- ВОДОЛАЗНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ИССЛЕДОВАНИЙ ОКЕАНА
Яхонтов Б.О. 5

МЕДИЦИНСКИЕ НАУКИ

СТАТЬИ

- ДИНАМИКА ПЕРВИЧНОЙ ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ ПСИХИЧЕСКИМИ
РАССТРОЙСТВАМИ И РАССТРОЙСТВАМИ ПОВЕДЕНИЯ
В ОШСКОЙ ОБЛАСТИ КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ
Акпышаров Н.Т., Акаев К.Т. 13
- СДВИГИ ГЕМАТОЛОГИЧЕСКИХ И БИОХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ
КРОВИ ВИЧ-ПОЗИТИВНЫХ БОЛЬНЫХ
Багаутдинова Р.Ш., Яппаров Р.Г., Насырова Э.С. 18

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

СТАТЬИ

- РАЗРАБОТКА МОДУЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ УЧЕБНЫХ ПОРУЧЕНИЙ В ВУЗЕ
Горский А.В., Фадеева К.Н. 23
- ИССЛЕДОВАНИЕ ОБЪЕКТОВ, ПРЕДСТАВЛЯЮЩИХ ЭКОЛОГИЧЕСКУЮ
УГРОЗУ, В ЗАЛИВЕ ОГА (НОВАЯ ЗЕМЛЯ, КАРСКОЕ МОРЕ)
*Римский-Корсаков Н.А., Казеннов А.Ю., Кикнадзе О.Е.,
Пронин А.А., Анисимов И.М., Лесин А.В., Муравья В.О.* 29

ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ

СТАТЬЯ

- ВЛИЯНИЕ УЛЬТРАЗВУКА НА СВОЙСТВА УГЛЯ
Камбарова Г.Б., Жоробекова Ш.Ж., Худайбергенова Э.М. 35

CONTENTS

BIOLOGICAL SCIENCES

ARTICLE

DIVING TECHNOLOGIES FOR OCEAN RESEARCH

Yakhontov B.O. 5

MEDICAL SCIENCES

ARTICLES

DYNAMICS OF PRIMARY INCIDENCE OF MENTAL AND BEHAVIORAL
DISORDERS IN THE OSH REGION OF THE KYRGYZ REPUBLIC

Akpysharov N.T., Akaev K.T. 13

SHIFT IN HEMATOLOGICAL AND BIOCHEMICAL INDICATORS
OF THE BLOOD OF HIV-POSITIVE PATIENTS

Bagautdinova R.Sh., Yapparov R.G., Nasyrova E.S. 18

TECHNICAL SCIENCES

ARTICLES

DEVELOPMENT OF A MODULE FOR TEACHING ASSIGNMENT
GENERATION AT A UNIVERSITY

Gorskiy A.V., Fadeeva K.N. 23

ECOLOGICAL HAZARD OBJECTS RESEARCH RESULTS AT OGA BAY
(NOVAYA ZEMLYA, KARA SEA)

*Rimskiy-Korsakov N.A., Kazennov A.Yu., Kiknadze O.E.,
Pronin A.A., Anisimov I.M., Lesin A.V., Muravya V.O.* 29

CHEMICAL SCIENCES

ARTICLE

THE EFFECT OF ULTRASOUND ON THE PROPERTIES OF COAL

Kambarova G.B., Zhorobekova Sh.Zh., Khudaybergenova E.M. 35

СТАТЬЯ

УДК 551.46.07

ВОДОЛАЗНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ИССЛЕДОВАНИЙ ОКЕАНА

Яхонтов Б.О.

*ФГБУН «Институт океанологии имени П.П. Ширишова» Российской академии наук, Москва,
e-mail: giper28@ocean.ru*

В статье рассматриваются перспективные для внедрения и применения на практике технологии водолазных погружений, обеспечивающие возможность проведения научными водолазами фундаментальных и прикладных исследований океана *in situ*. Такие технологии основаны на методах водолазных погружений и физиологических принципах насыщения тканей организма инертным газом и насыщения. В настоящее время при обосновании и выборе приемлемой для океанологических исследований водолазной технологии следует руководствоваться соотношением стоимости, эффективности и безопасности работ под водой и ограничиться доступной и эффективной технологией на базе метода кратковременных погружений. Характерными для научных водолазов являются их невысокая квалификация и небольшой опыт погружений, что связано с эпизодическим режимом спусков для работы под водой. Это требует соблюдения повышенных мер безопасности водолазов и накладывает ряд ограничений на их водолазную практику: глубины спусков в пределах 30 м, выполнение спусков с напарником и по бездекомпрессионным режимам, а также исключение повторных спусков в течение суток. Приемлемыми для практического применения являются технологии спусков с использованием дыхательных аппаратов с открытым циклом дыхания сжатым воздухом в пределах глубин до 20 м. Но наиболее эффективными и сравнительно безопасными технологиями являются погружения с использованием кислородно-азотных смесей с повышенным относительно воздуха содержанием кислорода до 40 %, а также спуски с дыхательным аппаратом с замкнутым циклом дыхания типа ребризер, но без смены научным водолазом дыхательной газовой смеси под водой.

Ключевые слова: водолазные технологии, океанологические исследования, научный водолаз, дыхательный аппарат, дыхательные газовые смеси, безопасность водолазов, декомпрессия

Работа выполнена в рамках Государственного задания ИО РАН (тема № FMWE-2021–0011).

DIVING TECHNOLOGIES FOR OCEAN RESEARCH

Yakhontov B.O.

Shirshov Institute of Oceanology, Russian Academy of Sciences, Moscow, e-mail: giper28@ocean.ru

The article discusses the technologies of diving descents that are promising for the introduction and application in practice, providing the possibility for scientific divers to conduct fundamental and applied ocean research *in situ*. Such technologies are based on the methods of diving descents and physiological principles of saturation of body tissues with inert gas and desaturation. Currently, when justifying and choosing a diving technology acceptable for oceanological research, one should be guided by the ratio of cost, efficiency, and safety of work under water and limit oneself to an affordable and effective technology based on the method of short-term dives. Characteristic of scientific divers is their low qualification and little diving experience, which is associated with the episodic mode of descents to work underwater. This requires compliance with increased safety measures for divers and imposes several restrictions on their diving practice: the depth of descents within 30 m, the performance of descents with a partner and in non-decompression modes, as well as the exclusion of repeated descents during the day. Technologies of descents using breathing apparatus with an open cycle of compressed air breathing within depths up to 20 m are acceptable for practical use. But the most effective and relatively safe technologies are dives using oxygen-nitrogen mixtures with an increased oxygen content of up to 40% relative to air, as well as descents with a breathing apparatus with a closed breathing cycle of the rebreather type, but without replacement the breathing gas mixture under water by a scientific diver.

Keywords: diving technologies, oceanological research, scientific diver, breathing apparatus, breathing gas mixtures, safety of divers, decompression

The work was carried out within the framework of the State assignment of the Institute of Oceanology of the Russian Academy of Sciences (topic No. FMWE-2021–0011).

Одним из способов изучения океана является использование водолазных технологий в пределах доступных человеку глубин. Эти технологии направлены на проведение фундаментальных и прикладных исследований и в целом на развитие инновационного потенциала в области исследования и освоения океана.

При современном уровне развития технологий некоторые виды подводных работ могут, конечно, выполняться телеуправляемыми машинами, но научно-исследовательские работы без участия в них человека вряд ли могут быть высокорезультативными. Такие исследования должны выполняться на месте, то есть в среде обитания

или нахождения изучаемых объектов. Человек всегда был и остается основным звеном научно-исследовательского процесса, и ему должен быть доступен подводный объект для исследования *in situ* [1].

Водолазные технологии построены на двух классических методах: кратковременных погружений (КП) и длительного (многосуточного) пребывания (ДП) под повышенным давлением. Эти методы отличаются один от другого по многим параметрам: глубинным, физиологическим, экономическим и др. Но оба метода имеют одинаковую физиологическую основу: насыщение тканей организма человека инертным газом (азотом, гелием) во время дыхания измененной газовой средой при погружении и насыщение при подъеме на поверхность. Эти процессы обусловлены действием физических факторов водной среды и измененной практически по всем параметрам дыхательной газовой среды (ДГС). Эта среда формируется в системе водолазного дыхательного аппарата, вентилируемого снаряжения (шлема), водолазной барокамеры.

Традиционный метод КП отличается тем, что ткани организма насыщаются инертным газом частично. При этом продолжительность декомпрессии зависит от глубины и времени пребывания в условиях повышенного давления под водой. При использовании метода ДП ткани организма насыщаются инертным газом полностью. Уровень насыщения зависит от его парциального давления в дыхательной среде в условиях гипербарии. Полное насыщение организма происходит примерно по истечении двух суток. После полной сатурации время декомпрессии не зависит от длительности дальнейшего пребывания при данном давлении, но во много раз превышает время декомпрессии по сравнению с методом КП. Однако это компенсируется эффективностью метода ДП, поскольку полезное время при многосуточном пребывании в условиях гипербарии и работы под водой из таких условий (при выходе в воду для работы из жилой барокамеры водолазного комплекса) также может значительно превышать время декомпрессии после ДП [2].

Единственное, что объединяет методы КП и ДП, – это действие на водолаза опасных и вредных факторов гипербарической газовой и водной среды, что вызывает приспособительные, или компенсаторные, реакции организма, а при их исчерпании – патологические реакции [3]. Естественно, что последнее связано с уровнем и/или длительностью действия вредных факторов, поэтому метод ДП требует более от-

ветственного отношения к построению системы медицинского обеспечения водолазов и в целом их безопасности. Но более важным для практики отличием метода ДП является то, что он несравнимо более затратный финансово, что ограничивает или даже исключает его использование для подводных океанологических исследований. Надо отметить, что и метод КП также не всегда является доступным для его применения в научной водолазной практике, что связано со стоимостью современного высокотехнологичного водолазного снаряжения, например такого, как дыхательные аппараты с замкнутым циклом дыхания типа «ребризер». Однако стоимость подводных работ с использованием таких аппаратов ниже стоимости аналогичных работ, проводимых традиционным методом КП с использованием аппаратов типа «акваланг». Поэтому в настоящее время при обосновании и выборе приемлемой для океанологических исследований водолазной технологии следует руководствоваться соотношением стоимости, эффективности и безопасности работ под водой и ограничиться доступной и эффективной технологией на базе метода КП. Но это, конечно, не исключает возможность использования технологии на базе метода ДП при наличии соответствующего оборудования (судового водолазного комплекса) и снаряжения, а также высококвалифицированных водолазов, владеющих методами океанологических исследований на рабочих глубинах. Поскольку при любых водолазных спусках исключить риски невозможно, должен быть компромиссный выбор между риском и целесообразностью погружения научного водолаза с учетом научной эффективности использования водолазного метода исследований в каждом случае планирования работы под водой.

Целью данной работы является повышение эффективности и безопасности проведения подводных исследований океана научными водолазами за счет внедрения в исследовательскую практику передовых технологий водолазных погружений.

Материалы и методы исследования

В работе использованы материалы многолетних исследований автора при проведении водолазных погружений в научно-прикладных целях. Спуски проводились на водолазных научных, учебных и производственных объектах российских морских акваторий, а также в исследовательских водолазных бассейнах. В исследованиях принимали участие научные и инженерно-технические работники, имеющие начальную

квалификацию «водолаз», которые по служебной необходимости могут выполнять эпизодические спуски под воду, а также высококлассные профессиональные водолазы. Спуски научных водолазов начальной квалификации осуществлялись на глубины в диапазоне 30 м, в зависимости от установленной водолазно-медицинской комиссией глубины для каждого водолаза, и выполнялись в сопровождении страхующего водолаза-напарника. Погружения проводились с научно-исследовательских судов (НИС), специализированных водолазных судов, а также с маломерных плавсредств и с берега. При спусках и работах под водой, а также в барокамере использовались водолазные дыхательные аппараты типа «акваланг» с открытым циклом дыхания (OCR) сжатым воздухом и обогащенным до 40% кислородом воздухом, а также аппараты с замкнутым циклом дыхания (CCR) типа «ребризер». Спуски проводились под руководством водолазного специалиста, владеющего данной водолазной техникой и методами погружений.

Результаты исследования и их обсуждение

Одним из существенных аспектов организации водолазных погружений в целях исследования океана является специфика работы в научном учреждении, когда водолазное дело не является основным видом научной деятельности. Это исключает возможность иметь специализированную водолазную службу, оснащенную водолазной техникой и укомплектованную профессиональными водолазами и медицинским персоналом для обязательного медицинского обеспечения водолазов при спусках в любых целях. В такой ситуации приемлем компромисс, при котором в роли водолаза может выступать штатный научный работник (ученый-океанолог), имеющий водолазную подготовку с начальной квалификацией «водолаз», притом что это не является его основной профессией. Конечно, это водолаз невысокой квалификации и с небольшим опытом погружений, что требует для него повышенных мер обеспечения безопасности. Вместе с тем это дает ему право проводить научные исследования под водой в пределах определенного, установленного водолазно-медицинской комиссией диапазона глубин. Его задачи при работе на дне по понятным причинам должны быть ограничены только научным наблюдением, экспериментом с применением донных приборов, сбором различных проб, образцов и анализом обстановки под водой для личного контроля безопасности [4].

Не менее важной особенностью подводных океанологических исследований является эпизодический характер проведения исследований научными водолазами, что является главной причиной отказа коммерческих водолазов от сотрудничества, поскольку такой режим работы явно отрицательно отражается на их финансовом положении и квалификации. В таких условиях выполнение эпизодических водолазных работ научными водолазами возможно только при ограничениях, позволяющих водолазу минимальной квалификации относительно безопасно выполнять научные задачи под водой [4]. Несмотря на такую специфику организации подводных научных работ, принципы построения водолазных технологий остаются неизменными – научная обоснованность, эффективность, безопасность, надежность. При этом методы водолазных спусков и водолазные технологии в целом основаны исключительно на физиологических принципах построения методики спуска: режимы компрессии при погружении, режимы работы на грунте (работоспособность) и режимы декомпрессии.

Таким образом, с учетом принципиального различия в методах КП и ДП (частичное или полное насыщение тканей организма инертным газом и разные ДГС) при погружениях с использованием этих методов технологии спусков в научных целях целесообразно разделить на две структурно похожие, но принципиально разные группы:

1 – технология кратковременных погружений, основанная на совокупности метода КП, технических средств (водолазного снаряжения и оборудования) для обеспечения спусков, режимов спусков и работы на грунте, а также соответствующей данной технологии нормативной документации;

2 – технология длительного пребывания под повышенным давлением, основанная на совокупности метода ДП и технических средств обеспечения многосуточного пребывания под давлением, включая систему жизнеобеспечения, которая является главным средством обеспечения жизнедеятельности водолазов (акванавтов) и управления параметрами искусственной дыхательной газовой среды, а также режимов спусков, пребывания под повышенным давлением в жилой барокамере, работы на грунте из условий ДП и соответствующей данной технологии нормативной документации.

Важная роль физиологических принципов построения технологий водолазных погружений обусловлена дыханием измененной газовой средой и эффектами действия этой среды на организм. Эти эффекты сводятся к физиологическим реакциям, кото-

рые почти не зависят от метода погружения, поскольку основные действующие факторы гипербарической среды одинаковы. Разница состоит лишь в степени выраженности этих реакций, так как временная разница (время пребывания и работы в условиях повышенного давления) между методами КП и ДП огромна и может составлять сотни раз. Минимизация этих реакций является главной целью, основой построения доступной, эффективной и относительно безопасной технологии погружений. Этому соответствуют технологии кратковременных погружений, основанные на методе КП, хотя метод ДП является определенно более эффективным, но его использование в настоящее время практически, как упоминалось выше, недоступно в научной сфере в основном по финансовым причинам. Это связано с тем, что многосуточное пребывание квалифицированных водолазов (акванавтов) в условиях повышенного давления, соответствующего рабочей глубине, происходит в специальном судовом барокамерном комплексе с отдельной дорогостоящей инфраструктурой. Поэтому на данном этапе

рассматриваются технологии, относящиеся к кратковременным водолажным спускам, для проведения подводных исследований. Структура технологии водолажных спусков в научных целях на основе метода КП представлена на рис. 1.

Все водолажные спуски с использованием технологии на базе метода КП, независимо от типа дыхательного аппарата, осуществляются из условий нормального давления воздушной среды на поверхности. Время пребывания водолаза под водой, в зависимости от глубины погружения и газового состава ДГС, до нескольких часов (на малых и частично средних глубинах). При этом не происходит полного насыщения тканей организма инертным газом. После работы водолаз проходит декомпрессию по определенному режиму и возвращается в те же условия нормального давления. Такая технология основана на использовании автономных подводных дыхательных аппаратов (SCUBA) типа «акваланг» с открытым циклом дыхания (OCR) и аппаратов с замкнутым циклом дыхания (CCR) газовыми смесями типа «ребризер» (рис. 2).



Рис. 1. Общая структура технологии водолажных спусков в научных целях, основанной на методе КП



Рис. 2. Слева – водолаз выходит из воды (дыхательный аппарат с открытым циклом дыхания – OCR), справа – водолаз готов к спуску (дыхательный аппарат с замкнутым циклом дыхания – CCR) (фото из архива водолазного специалиста С.В. Черкашина)

Надо отметить, что шланговые варианты аппаратов большинством научных водолазов не приветствуются. Обычные автономные аппараты имеют преимущество перед шланговыми, которые снижают мобильность научного водолаза и самоконтроль безопасности при необходимости следить за «чистотой» шланга. Обеспечение мобильности, подвижности и безопасности должно быть преимуществом технологии и снаряжения не только для научного водолаза, который, как упоминалось выше, не является высококвалифицированным и опытным водолазом. Его участие в проведении подводных исследований, как правило, носит эпизодический характер. Такая специфика работы, естественно, должна накладывать определенные ограничения на его водолазную практику.

Эти ограничения направлены на обеспечение безопасности и рассматриваются как один из организационных аспектов водолазной технологии подводных океанологических исследований. Опыт организации и проведения водолазных спусков в научных целях показал, что наиболее важными из ограничений и требований независимо от типа используемого водолазного снаряжения и технологии в целом являются [4]:

- глубины рабочих спусков научных водолазов-исследователей – в пределах 30 м;
- глубины спусков при полном комплектовании водолазной станции, включая руководителя спусков, водолазами начальной квалификации «водолаз» – до 20 м;
- выполнение спусков с напарником, выполняющим под водой функцию страховящего водолаза;
- выполнение спусков по бездекомпрессионным (безостановочным) режимам.

К этим ограничениям необходимо добавить спуски без изменения глубины во время нахождения и работы под водой и исключение повторных спусков в течение суток. Последнее обусловлено тем, что у водолазов-исследователей, так же как и у других водолазов, работающих под водой эпизодически, повторные спуски повышают риск развития декомпрессионного газообразования. По данным международной сети безопасности дайверов (Divers Alert Network) повторные спуски в течение суток приводят к высокому уровню декомпрессионного внутрисосудистого газообразования. Это встречается в 67% повторных спусков, что почти в семь раз превышает частоту такого газообразования после однократных погружений [5].

Конечно, при наличии научных водолазов более высокой квалификации на них, так же как и на привлекаемых к работам по договору профессиональных водолазов, эти ограничения при подводных исследованиях не распространяются. Они могут работать с любым сертифицированным освоенным снаряжением при наличии допуска к спускам, включая смесевые ребризеры с электронной регулировкой состава ДГС, на больших глубинах и в соответствии с едиными правилами безопасности труда на водолазных работах [6] и правилами по охране труда водолазов [7]. Эти правила распространяются на научных водолазов любой квалификации с учетом специфики их основной научной и эпизодической водолазной деятельности.

Как показала сравнительная апробация спусков с применением акваланга и ребризера, наиболее эффективными и относительно безопасными в пределах средних

глубин являются спуски с использованием ребризера. Для спусков в научных целях это наиболее прогрессивная технология [1, 8]. К ее основным объективным достоинствам при проведении подводных океанологических исследований следует отнести:

– обеспечение высокой мобильности водолаза-исследователя при работе под водой;

– низкий расход газов, характерный для замкнутого контура дыхания в связи с отсутствием выдоха газовой смеси в воду, что обеспечивает возможность дыхания под водой в течение порядка трех часов и более на одной заправке независимо от глубины погружения;

– дыхание подогретой и увлажненной ДГС, что обеспечивает комфортность дыхания и оптимальный теплообмен организма в условиях водной среды;

– электронная регулировка поддержания постоянного значения установленного PO_2 при работе под водой независимо от глубины;

– возможность увеличения времени работы на глубине и минимизации по времени режимов декомпрессии за счет переключения на дыхание под водой газовыми смесями с повышенным содержанием кислорода, а также проведение спусков по бездекомпрессионным (безостановочным) режимам;

– тишина работы аппарата и отсутствие газовых пузырей в воде, что создает условия для наблюдения подводной фауны и решения других задач под водой.

Однако спуски с такими аппаратами для научной работы под водой требуют знаний, навыка и опыта водолаза и не рекомендуются для использования неподготовленными научными водолазами с начальной квалификацией «водолаз».

Для пользования ребризером, особенно смесевым с электронной регулировкой состава ДГС, водолаз должен иметь квалификацию выше начального уровня, пройти специальную курсовую подготовку и получить допуск к выполнению спусков с освоением аппаратом. Специфика погружений с такими аппаратами накладывает особые требования к подготовке водолазов для подводных научных исследований. Это связано с обеспечением безопасности. Поэтому, несмотря на то, что эта технология предназначена для более квалифицированных водолазов, чем научные, спуски все равно должны выполняться с напарником. В настоящее время, когда эта технология и режимы погружений еще недостаточно отработаны для их широкого использования при подводных океанологических исследованиях, основными аспектами подготовки к спускам являются знания, практические навыки

и личная ответственность водолаза. Но этим не исчерпываются проблемы, связанные с использованием ребризеров, в большей степени это относится к «смесевым» аппаратам. Дело в том, что при спусках с такими аппаратами декомпрессия осуществляется в воде в соответствии с расчетом режима декомпрессии в реальном времени на месте с помощью подводного компьютера, а не по стандартным таблицам. Такая особенность спусков требует повышенного контроля состояния водолаза во время работы под водой. Но высокий уровень надежности современных аппаратов такого типа обеспечивает и необходимый уровень безопасности, поэтому они перспективны для водолазов-исследователей.

Для внедрения технологии кратковременных погружений в автономном режиме с использованием аппаратов типа ребризера в практику океанологических исследований необходимо разработать систему обучения и подготовки водолазов-исследователей к погружениям, а также нормативную и руководящую документацию по организации и проведению водолазных спусков для проведения подводных исследований *in situ*.

Не менее эффективной и перспективной технологией водолазных спусков для проведения подводных океанологических исследований является технология КП с использованием кислородно-азотных смесей (КАС) с повышенным отношением воздуха содержанием кислорода в пределах нетоксичной зоны и пониженным содержанием азота. Использование таких смесей приводит к снижению уровня насыщения тканей организма азотом, а следовательно, уменьшает риск развития декомпрессионного газообразования и сокращает время декомпрессии водолазов в целом [9], а также увеличение времени пребывания на грунте, не требующего ступенчатой декомпрессии.

Одной из эффективных и относительно безопасных для практического применения является КАС с содержанием кислорода до 40%. Априори можно утверждать, что такая смесь имеет важные для практики подводных исследований преимущества с учетом основных предлагаемых ограничений для научных водолазов минимальной квалификации, а именно – глубины в пределах 30 м и спусков по бездекомпрессионным режимам. На глубине 30 м при дыхании такой смесью соблюдается допустимое (нетоксичное) для разового спуска значение парциального давления кислорода (PO_2) на уровне 1,6 кгс/см². При этом для обеспечения бездекомпрессионного (безостановочного) режима погружения время пре-

бывания водолаза на грунте не должно превышать 45 мин [10, прил. 17, табл. 3; 11, п. 2.2.2., табл. 7], что достаточно для решения многих научных задач под водой. При этом весь режим декомпрессии после работы с использованием 40% КАС ограничивается временем выхода на поверхность – 3 мин. Для сравнения: при дыхании сжатым воздухом в таких же условиях допустимая экспозиция составила бы 15 мин при безостановочном времени выхода 4 мин [12]. То есть использование КАС значительно продлевает время работы водолаза на дне при сохранении режима бездекомпрессионного выхода на поверхность. На меньших глубинах допустимое бездекомпрессионное время работы, естественно, будет больше. Кроме того, при пониженном до 60% содержании азота в смеси даже на глубине 40 м его наркотическое действие практически не будет проявляться [11, п. 2.2.2], а на больших глубинах будет ослабляться по сравнению с дыханием сжатым воздухом. Гипероксический уровень КАС поддерживает физическую работоспособность водолаза.

Следует обратить внимание на то, что если определять допустимое время пребывания на глубине 30 м при дыхании КАС не по вышеупомянутым таблицам, а через «эквивалентную воздушную глубину», рассчитываемую по азоту и равную 20 м, то время экспозиции на глубине 30 м для бездекомпрессионного выхода на поверхность, определяемое по таблице отечественных режимов декомпрессии для воздуха и по зарубежной, известной как таблица А. Бюльмана (А. Bühlman), совпадает и составляет 35 мин против 45 мин в первом случае. Такая временная разница заставляет усомниться в достоверности одной из этих величин, определяемых разными способами, относительно определения бездекомпрессионной экспозиции водолаза на грунте. Значительное несовпадение величин этих параметров водолазного спуска указывает на необходимость проведения исследований, направленных на разработку бездекомпрессионных режимов спусков для научных водолазов.

Несмотря на кажущуюся простоту этой технологии (использование в аппарате вместо воздуха кислородно-азотной ДГС), она пока не является легкодоступной для широкого использования при подводных научных исследованиях. Возникает одно важное обстоятельство: такая дыхательная смесь полностью обеспечивает по времени исследовательскую работу под водой в бездекомпрессионном режиме во всем диапазоне глубин до 30 м. Но объем ДГС в баллонах

дыхательного аппарата (например, в отечественном аппарате АВМ-15, который обеспечивает возможность работы с КАС, объем смеси, приведенный к нормальному давлению, составляет 2800 л), ограничивает возможности водолаза по времени работы под водой. Водолаз еще может находиться под водой и работать без проведения ступенчатой декомпрессии, но должен выходить на поверхность, потому что запас дыхательной смеси в аппарате заканчивается. Надо или заменять аппарат, или работать с аппаратом в шланговом варианте. Первое для научного водолаза нежелательно, хотя для квалифицированных водолазов возможно, второе проблематично по понятным причинам, особенно в экспедиционных условиях. Но главное состоит в том, что реального времени дыхания из аппарата с объемом ДГС в баллонах 2800 л на глубинах в диапазоне до 30 м при легочной вентиляции в среднем 20 л/мин (это соответствует нашим экспериментальным данным для научного водолаза, работающего на грунте в основном на месте при невысокой физической активности) водолазу-океанологу все равно достаточно для решения многих исследовательских задач под водой при использовании объема 40%-ной КАС в баллонах одного аппарата, учитывая даже, что в баллонах должен оставаться резервный запас ДГС для выхода на поверхность. Некоторые ограничения по времени пребывания под водой (примерно 26 мин) могут быть лишь на глубинах порядка 30 м. В этом случае при планировании спусков следует учитывать этот лимит времени работы на грунте. На глубинах 10 и 20 м бездекомпрессионный лимит времени работы при использовании для дыхания основного запаса дыхательной смеси в одном аппарате составит приблизительно 53 и 35 мин соответственно, хотя водолаз мог бы продолжать работать под водой на этих глубинах практически неограниченное время на 10 м и до 3 ч на 20 м при условии подачи на дыхание необходимого объема ДГС. Надо отметить, что ограничений, связанных с недостатком объема ДГС, при пользовании аппаратом с замкнутым циклом дыхания (ребризером) нет.

Таким образом, при использовании объема КАС в баллонах одного аппарата научный водолаз при строгом соблюдении правил спуска не подвергнется декомпрессионной болезни, потому что он явно не выходит за бездекомпрессионный предел времени при работе под водой. Это является главным преимуществом технологии водолазных погружений не только в научных, но и в любых целях.

Заключение

Основными исходными данными для построения водолазных технологий океанологических исследований являются: невысокая квалификация научных водолазов-исследователей, небольшой опыт погружений, эпизодический характер водолазных спусков для проведения исследований под водой. Это требует соблюдения повышенных мер безопасности научных водолазов и в этой связи накладывает ряд ограничений на их водолазную практику: глубины спусков в пределах 30 м, выполнение спусков с напарником, по бездекомпрессионным режимам, без изменения глубины во время работы под водой, а также исключение повторных спусков в течение суток.

Из наиболее доступных для проведения подводных океанологических исследований рассматриваются только технологии кратковременных погружений в автономном режиме, основанные на методе КП. Приемлемой для практического применения является технология спусков с использованием дыхательного аппарата с открытым циклом дыхания сжатым воздухом в пределах глубин до 20 м. Этот предел обусловлен тем, что при достаточном для решения научных задач времени работы на этой глубине (35 мин) соблюдается бездекомпрессионный (безостановочный) режим выхода на поверхность. Но более эффективными и относительно безопасными технологиями являются погружения с использованием в дыхательном аппарате кислородно-азотных смесей, обогащенных кислородом, а также спуски с аппаратом с замкнутым циклом дыхания типа ребризера, но без смены ДГС под водой, если используется «смесевой» аппарат. Для спусков в научных целях это наиболее прогрессивные технологии. При проведении подводных исследований они имеют ряд объективных достоинств по сравнению с обычным аквалангом. Однако спуски с использованием ребризера требуют знаний, навыка и опыта водолаза и не рекомендуются для использования неподготовленными научными водолазами с начальной квалификацией. Для пользования ребризером, особенно смесевым с электронной регулировкой состава ДГС, научному водолазу следует иметь квалификацию выше начального уровня, пройти курсовую подготовку и получить допуск к выполнению спусков с таким аппаратом.

Технология водолазных спусков для проведения подводных океанологических исследований с использованием кислородно-

азотных смесей с повышенным относительно воздуха содержанием кислорода до 40% и пониженным содержанием азота является не менее перспективной и, пожалуй, более доступной с учетом стоимости специального дыхательного аппарата. Априори можно утверждать, что использование таких смесей в аппарате приводит к снижению уровня насыщения тканей организма азотом, а следовательно, к уменьшению риска развития декомпрессионного газообразования и сокращению времени декомпрессии водолазов в целом, а также к увеличению времени пребывания на грунте, не требующего ступенчатой декомпрессии. Такая технология имеет важные для практики подводных океанологических исследований преимущества в связи с предлагаемыми ограничениями для научных водолазов минимальной квалификации.

Список литературы

1. Яхонтов Б.О. Оценка эффективности водолазных технологий изучения океана // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2017. № 10-1. С. 111–115.
2. Яхонтов Б.О., Римский-Корсаков Н.А. Развитие гипербарических технологий океанологических исследований // Океанология. 2016. Т. 56. № 1. С. 167–171.
3. Смолин В.В., Соколов Г.М., Павлов Б.Н. Глубоководные водолазные спуски и их медицинское обеспечение. М.: Слово, 2004. Т. 2. 723 с.
4. Яхонтов Б.О. Принципы организации водолазных спусков для проведения океанологических исследований *in situ* // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2023. № 4. С. 36–42.
5. Алпатов В.Н., Ганапольский В.П., Родичкин П.В., Ганапольская М.В. Математическая модель прогноза болевого течения декомпрессионной болезни у спортивных дайверов // Теория и практика физической культуры. 2020. № 11. С. 32–34.
6. Единые правила безопасности труда на водолазных работах. Ч. 1. Правила водолазной службы. РД 31.84.01–90. М.: Моркнига, 2022. 304 с.
7. Правила по охране труда при проведении водолазных работ. Утв. Приказом Минтруда России от 17.12.2020 № 922н. М.: Моркнига, 2022. 232 с.
8. Черкашин С.В. Глубоководные водолазные спуски в автономном режиме. Перспективы развития. В кн.: «Подводные технологии и средства освоения Мирового океана». М.: Оружие и технологии, 2011. С. 518–527.
9. Мясников А.А., Ефиценко Е.В., Зверев Д.П., Кленков И.Р. Хроническая декомпрессионная болезнь и ее диагностика // Вестник Российской военно-медицинской академии. 2018. № 4 (64). С. 26–31.
10. Единые правила безопасности труда на водолазных работах. М.: ЦРИА Морфлот, 1980. 184 с.
11. Смолин В.В., Соколов Г.М., Павлов Б.Н. Водолазные спуски до 60 метров и их медицинское обеспечение. 4-е изд., перераб. и доп. М.: Слово, 2013. 608 с.
12. Единые правила безопасности труда на водолазных работах. Ч. II. Медицинское обеспечение водолазов. РД 31.84.01–90. М.: Мортехинформреклама, 2022. 132 с.

СТАТЬИ

УДК 614.2:616.89(575.2)

**ДИНАМИКА ПЕРВИЧНОЙ ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ
ПСИХИЧЕСКИМИ РАССТРОЙСТВАМИ
И РАССТРОЙСТВАМИ ПОВЕДЕНИЯ
В ОШСКОЙ ОБЛАСТИ КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ****Акпышаров Н.Т., Акаев К.Т.***Ошский государственный университет, Ош, e-mail: oospz_kg@mail.ru*

Психические расстройства и расстройства поведения – ведущая причина нетрудоспособности, на долю которой приходится одна шестая общего числа лет, утрачиваемых в результате инвалидности. В настоящее время наблюдается рост первичной заболеваемости психическими расстройствами в мире. Рост заболеваемости психическими расстройствами и расстройствами поведения связан с пандемией COVID-19, с введенными ограничениями, режимом самоизоляции и карантином, неблагоприятно повлиявшими на здоровье населения. Пандемия будет иметь более серьезные долгосрочные неблагоприятные последствия. Проведен анализ первичной заболеваемости психическими расстройствами и расстройствами поведения по Ошской области Кыргызской Республики в динамике с 2017 по 2021 г. Во все исследуемые годы первичная заболеваемость была выше в Карасуйском, Узгенском и Ноокатском районах Ошской области. В других районах первичная заболеваемость находилась практически на незначительном уровне. Установлен высокий уровень обращаемости населения с психическими расстройствами и расстройствами поведения в исследуемые годы в Карасуйском, Ноокатском, Узгенском, Араванском районах Ошской области, тогда как в Чон-Алайском районе обращаемость находилась на незначительном уровне. На фоне относительной стабильности частоты и распространенности заболеваемости психическими расстройствами и расстройствами поведения по Ошской области наблюдаются различия по районам, что важно учитывать при планировании организационно-профилактических мероприятий с целью снижения уровня хронизации психических расстройств и расстройств поведения, инвалидизации населения.

Ключевые слова: обращаемость, первичная заболеваемость, психические расстройства и расстройства поведения, распространенность психических расстройств и расстройств поведения, тенденция заболеваемости

**DYNAMICS OF PRIMARY INCIDENCE OF MENTAL
AND BEHAVIORAL DISORDERS IN THE OSH REGION
OF THE KYRGYZ REPUBLIC****Akpysharov N.T., Akaev K.T.***Osh State University, Osh, e-mail: oospz_kg@mail.ru*

Mental disorders are the leading cause of disability, accounting for one-sixth of the total number of years lost as a result of disability. Currently, there is an increase in the primary incidence of mental disorders in the world. The increase in the incidence of mental disorders is associated with the COVID-19 pandemic, with the restrictions imposed, the self-isolation regime and quarantine, which had various adverse effects on the health of the population. The pandemic will have more serious long-term adverse effects. An analysis of the primary incidence of mental disorders in the Osh region of the Kyrgyz Republic in the dynamics from 2017 to 2021 was carried out. In all study years, the primary incidence was higher in the Karasuy, Uzgen and Nookat districts of Osh region. In other areas, the primary incidence was almost insignificant. A high level of circulation of the population with mental disorders was established in the studied years in the Karasuy, Nookat, Uzgen, Aravan districts of the Osh region, while in the Chon-Alai region the circulation was at an insignificant level. Against the background of the relative stability of the frequency and prevalence of the incidence of mental disorders in the Osh region, there are differences in areas, which is important to take into account when planning organizational and preventive measures in order to reduce the level of chronization of mental disorders and disability of the population.

Keywords: reversibility, primary morbidity, mental disorders and disorders of behavior, prevalence of mental disorders and disorders of behavior, tendency of morbidity

Заболеваемость – один из основных критериев оценки общественного здоровья населения и системы здравоохранения. Оценка заболеваемости имеет определяющее значение для выбора групп риска, разработки профилактических мер, планирования и использования кадровых и материальных ресурсов [1].

Психические расстройства и расстройства поведения – ведущая причина нетрудоспособности, на их долю приходится одна шестая общего числа лет, утрачиваемых в результате инвалидности. Смерть людей с тяжелыми психическими заболеваниями наступает в среднем на 10–20 лет раньше, чем в общей массе населения, в основном

из-за развития поддающихся профилактике физических заболеваний [2].

В настоящее время наблюдается рост первичной заболеваемости психическими расстройствами и расстройствами поведения в мире [3–6]. Рост заболеваемости психическими расстройствами связан с пандемией COVID-19, с введенными ограничениями, режимом самоизоляции и карантином, неблагоприятно повлиявшими на здоровье населения, а также их экономическими и социальными последствиями [7].

Страхи и неуверенность, тревога и стресс, связанные с COVID-19, вызванные изоляцией и введенными ограничениями, обострили проблемы психического здоровья населения [6, 8]. Пандемия будет иметь более серьезные долгосрочные неблагоприятные последствия [9].

Необходимо анализировать заболеваемость психическими расстройствами и расстройствами поведения для своевременного проведения организационно-профилактических мероприятий с целью снижения уровня хронизации психических расстройств и инвалидизации населения. Оценка заболеваемости является важным инструментом стратегического инвестирования в систему общественного здравоохранения республики.

Цель исследования – провести анализ первичной заболеваемости психическими расстройствами в динамике с 2017 по 2021 г.

Материалы и методы исследования

Использованы статистические данные Центра психического здоровья г. Ош

за период с 2017 по 2021 г. Рассчитаны частота заболеваемости и ошибка репрезентативности. Достоверность различий показателей определялась по критерию Стьюдента.

Методы исследования: ретроспективный, статистический.

Результаты исследования и их обсуждение

Для более углубленного анализа обращаемости населения по психическим расстройствам и расстройствам поведения проведена оценка первичной заболеваемости и распространенности данного класса болезней по районам Ошской области с 2017 по 2021 г. по данным Центра психического здоровья г. Ош (табл. 1).

В целом в 2017 г. первичная заболеваемость по Ошской области составляла $35,5 \pm 1,6$ случаев ($n = 462$). С 2018 по 2021 г. заболеваемость снижалась. Так, в 2018 г. выявлено $31,2 \pm 1,5$ ($n = 415$) случаев, в 2019 г. – $28,0 \pm 1,4$ ($n = 380$), в 2020 г. – $30,6 \pm 1,4$ ($n = 422$) и в 2021 г. – $25,3 \pm 1,3$ ($n = 358$), $p > 0,05$.

Высокий уровень первичной заболеваемости отмечался в Карасуйском районе Ошской области во все годы. В 2017 г. показатель первичной заболеваемости составлял $22,1 \pm 1,3$ случая ($n = 287$), в 2018 г. – $16,3 \pm 1,1$ ($n = 217$), $p < 0,001$, в 2019 г. снизился в 1,8 раза ($9,1 \pm 0,8$, $n = 124$), $p < 0,001$, в 2020 г. возрос в 1,6 раза ($14,9 \pm 1,0$, $n = 206$), $p < 0,001$, и в 2021 г. опять снизился в 1,5 раза ($9,8 \pm 0,8$, $n = 139$), $p < 0,001$.

Таблица 1

Первичная заболеваемость психическими расстройствами и расстройствами поведения по районам Ошской области на 100000 населения (2017–2021 гг.)

№ пп	Район Ошской области	Годы									
		2017		2018		2019		2020		2021	
		n	$P \pm m$								
1	Алайский	27	$2,1 \pm 0,4$	28	$2,1 \pm 0,4$	45	$3,3 \pm 0,5$	20	$1,5 \pm 0,3$	45	$3,2 \pm 0,4$
2	Араванский	25	$1,9 \pm 0,3$	28	$2,1 \pm 0,4$	41	$3,0 \pm 0,4$	27	$1,9 \pm 0,4$	24	$1,7 \pm 0,3$
3	Кара-Кульджинский	21	$1,6 \pm 0,3$	26	$2,0 \pm 0,3$	30	$2,2 \pm 0,4$	20	$1,5 \pm 0,3$	25	$1,6 \pm 0,3$
4	Карасуйский	287	$22,1 \pm 1,3$	217	$16,3 \pm 1,1$	124	$9,1 \pm 0,8$	206	$14,9 \pm 1,0$	139	$9,8 \pm 0,8$
5	Ноокатский	56	$4,3 \pm 1,3$	52	$3,9 \pm 0,5$	53	$3,9 \pm 0,5$	58	$4,2 \pm 0,5$	48	$3,4 \pm 0,4$
6	Узгенский	46	$3,5 \pm 0,5$	64	$4,8 \pm 0,6$	71	$5,3 \pm 0,6$	65	$4,7 \pm 0,6$	61	$4,3 \pm 0,5$
7	Чон-Алайский	–	–	–	–	16	$1,2 \pm 0,2$	26	$1,9 \pm 0,3$	16	$1,2 \pm 0,2$
	Всего	462	$35,5 \pm 1,6$	415	$31,2 \pm 1,5$	380	$28,0 \pm 1,4$	422	$30,6 \pm 1,4$	358	$25,3 \pm 1,3$

Примечание: n – число наблюдений; $P \pm m$ – интенсивный показатель первичной заболеваемости психическими расстройствами и расстройствами поведения, ошибка репрезентативности.

Первичная заболеваемость в Ноокатском районе Ошской области в сравнении с другими районами оставалась несколько выше, находясь практически стабильной с 2017 по 2021 г. В 2017 г. выявлено $4,3 \pm 1,3$ случаев психических расстройств и расстройств поведения ($n = 56$), 2018 г. – $3,9 \pm 0,5$ ($n = 52$), 2019 г. – $3,9 \pm 0,5$ ($n = 53$) без существенных различий в эти годы, $p > 0,05$. В 2020 г. показатель незначительно повысился, составляя $4,2 \pm 0,5$ случаев ($n = 58$) и в 2021 г. опять снизился до $3,4 \pm 0,4$ случаев ($n = 48$), $p > 0,05$.

В Узгенском районе Ошской области в 2017 г. уровень первичной заболеваемости в сравнении с 2018–2021 гг. был снижен, составляя $3,5 \pm 0,5$ ($n = 46$) случаев, с 2018 г. повысился в 1,4 раза ($4,8 \pm 0,6$, $n = 64$), но существенных различий не выявлено, $p > 0,05$. В 2019 г. частота психических расстройств незначительно увеличилась до $5,3 \pm 0,6$ случаев ($n = 71$), в 2020 и 2021 гг. наблюдалось небольшое снижение ($4,7 \pm 0,6$, $n = 65$ и $4,3 \pm 0,5$, $n = 61$), $p > 0,05$.

В Алайском районе Ошской области первичная заболеваемость психическими расстройствами в 2017 и 2018 гг. составила по $2,1 \pm 0,4$ случаев ($n = 27$ и $n = 28$ соответственно), $p > 0,05$. В 2019 г. показатель незначительно возрос до $3,3 \pm 0,5$ ($n = 45$) случаев, а в 2020 г. снизился в 2,2 раза ($1,5 \pm 0,3$, $n = 20$), $p < 0,001$, и в 2021 г. повысился в 2,1 раза, составив ($3,2 \pm 0,4$, $n = 45$) случаев, $p < 0,001$.

В Араванском районе Ошской области показатель первичной заболеваемости по

психическим расстройствам в 2017, 2018, 2020 и 2021 гг. оставался стабильным, за исключением 2019 г. Так, в 2017 г. обращаемость пациентов составила $1,9 \pm 0,3$ ($n = 25$), в 2018 г. – $2,1 \pm 0,4$ ($n = 28$), в 2020 г. – $1,9 \pm 0,4$ ($n = 27$) и в 2021 г. – $1,7 \pm 0,3$ случаев ($n = 24$), без существенных изменений по годам, $p > 0,05$, и только в 2019 г. обращаемость несколько возросла до $3,0 \pm 0,4$ случаев ($n = 41$), $p < 0,01$.

В Кара-Кульджинском районе Ошской области первичная заболеваемость психическими расстройствами находилась также на стабильном уровне с незначительными колебаниями, как в сторону незначительного его увеличения, так и снижения в исследуемые годы. Психические расстройства в 2017 г. выявлены у $1,6 \pm 0,3$ пациентов ($n = 21$), в 2018 – $2,0 \pm 0,3$ ($n = 26$), в 2019 – $2,2 \pm 0,4$ ($n = 30$), в 2020 – $1,5 \pm 0,3$ ($n = 20$) и в 2021 г. – $1,8 \pm 0,3$ ($n = 25$), $p > 0,05$, существенных различий по годам не установлено.

В Чон-Алайском районе Ошской области в 2017 и 2018 гг. не было ни одного случая первичной заболеваемости по психическим расстройствам. Первичная заболеваемость в 2019 г. составила $1,2 \pm 0,2$ случаев ($n = 16$), в 2020 г. – $1,9 \pm 0,3$ случаев ($n = 26$) и в 2021 г. – $1,2 \pm 0,2$ случаев ($n = 16$), $p > 0,05$.

Изучена распространенность психических расстройств и расстройств поведения у взрослых по районам Ошской области с 2017 по 2021 г. на 100000 населения (табл. 2).

Таблица 2

Распространенность психических расстройств и расстройств поведения по районам Ошской области на 100000 населения (2017–2021 гг.)

№ ПП	Район Ошской области	Годы									
		2017		2018		2019		2020		2021	
		n	P±m								
1	Алайский	581	44,6±1,8	596	44,9±1,8	625	45,7±1,8	636	45,7±1,8	669	47,3±1,8
2	Араванский	1215	93,4±2,6	1202	90,5±2,6	1234	90,2±2,5	1228	88,2±2,5	1244	87,9±2,4
3	Кара-Кульджинский	517	39,7±1,7	523	39,4±1,7	535	39,1±1,6	545	39,1±1,6	538	38,0±1,6
4	Карасуйский	3278	252,0±4,3	3317	249,8±4,3	3328	243,2±4,2	3190	229,2±4,0	3087	218,2±3,9
5	Ноокатский	2127	163,6±3,5	2111	158,9±3,4	2118	154,8±3,3	2022	145,2±3,2	2038	144,1±3,1
6	Узгенский	1489	114,5±2,9	1526	114,9±2,9	1557	113,8±2,8	1592	114,3±2,8	1606	113,5±2,8
7	Чон-Алайский	–	–	142	10,7±0,8	158	11,6±0,9	158	11,3±0,9	158	11,2±0,8
8	Всего	9207	707,8±7,3	9417	709,1±7,2	9555	698,4±7,1	9371	673,3±6,9	9340	660,2±6,8

Примечание. n – число наблюдений; P ± m – интенсивный показатель распространенности психических расстройств и расстройств поведения, ошибка репрезентативности.

Ведущее место по уровню распространенности психических расстройств занимает Карасуйский район. Уровень обращаемости по поводу данных заболеваний в 2017 г. составил $252,0 \pm 4,3$ случаев ($n = 3278$), в 2018 г. – $249,8 \pm 4,3$ случаев ($n = 3317$), $p > 0,05$, в 2019 г. – $243,2 \pm 4,2$ случаев ($n = 3328$), $p > 0,05$, в 2020 г. обращаемость несколько снизилась и составила $229,2 \pm 4,0$ случаев ($n = 3190$), а также снижение характерно и для 2021 г. – $218,2 \pm 3,9$ случаев ($n = 2038$), что связано с распространением новой коронавирусной инфекции.

Также достаточно высокий уровень обращаемости по психическим расстройствам установлен в Ноокатском районе Ошской области. В 2017 г. зарегистрировано $163,6 \pm 3,5$ случаев заболеваний ($n = 2127$), в 2018 г. – $158,9 \pm 3,4$ ($n = 2111$), $p > 0,05$, в 2019 г. – $154,8 \pm 3,3$ случаев ($n = 2118$), $p > 0,05$.

С 2020 г. отмечалось также некоторое снижение обращаемости населения ($145,2 \pm 3,2$, $n = 2022$) и в 2021 г. ($144,1 \pm 3,1$, $n = 2038$), $p > 0,05$, что также связано с распространением коронавирусной инфекции.

В Узгенском районе Ошской области уровень распространенности психических расстройств находился практически на одном уровне, то есть был стабильным, без существенных изменений с 2017 по 2021 г. ($114,5 \pm 2,9$, $n = 1489$; $114,9 \pm 2,9$, $n = 1526$; $113,8 \pm 2,8$, $n = 1557$; $114,8 \pm 2,8$, $n = 1592$ и $113,5 \pm 2,8$, $n = 1606$ соответственно), $p > 0,05$.

В Араванском районе обращаемость пациентов находилась на достаточно высоком уровне, несколько снижаясь в 2020 и 2021 гг., что также связано с распространением коронавирусной инфекции среди населения. В 2017 г. обращаемость пациентов составила $93,4 \pm 2,6$ случаев ($n = 1215$), 2018 г. – $90,5 \pm 2,6$ случаев ($n = 1202$), 2019 г. – $90,2 \pm 2,5$ случаев ($n = 1234$), 2020 г. – $88,2 \pm 2,5$ случаев ($n = 1228$) и в 2021 г. – $87,9 \pm 2,4$ случаев ($n = 1244$), $p > 0,05$.

В Алайском районе Ошской области выявлена стабильная обращаемость населения по психическим расстройствам. В 2017 и 2018 гг. показатель распространенности находился на одном уровне без существенных различий ($44,6 \pm 1,8$, $n = 581$; $44,9 \pm 1,8$, $n = 596$), $p > 0,05$. В 2019 и 2020 гг. обращаемость незначительно возросла и составила $45,7 \pm 1,8$ ($n = 625$) и $45,7 \pm 1,8$ случаев ($n = 636$), $p > 0,05$, а в 2021 г. показатель незначительно в сравнении с этими годами возрос ($47,3 \pm 1,8$, $n = 669$), $p > 0,05$.

В Кара-Кульджанском районе Ошской области уровень распространенности пси-

хических состояний населения также был стабильным, составляя с 2017 по 2021 г. $39,7 \pm 1,7$ ($n = 517$); $39,4 \pm 1,7$ ($n = 523$); $39,1 \pm 1,6$ ($n = 535$); $39,1 \pm 1,6$ ($n = 54$); $38,0 \pm 1,6$ случаев ($n = 538$) по годам, $p > 0,05$.

В Чон-Алайском районе Ошской области в 2017 г. не было ни одного случая обращаемости населения по поводу психических расстройств. С 2018 по 2021 г. показатель распространенности находился на незначительном стабильном уровне ($10,7 \pm 0,8$, $n = 142$; $11,6 \pm 0,9$, $n = 158$; $11,3 \pm 0,9$, $n = 158$; $11,2 \pm 0,8$, $n = 158$ соответственно), $p > 0,05$.

Заключение

Во все исследуемые годы первичная заболеваемость психическими расстройствами и расстройствами поведения была выше в Карасуйском, Узгенском и Ноокатском районах Ошской области. В других районах находилась практически на незначительном уровне. Установлен высокий уровень обращаемости населения в исследуемые годы в Карасуйском, Ноокатском, Узгенском, Араванском районах Ошской области, тогда как в Чон-Алайском районе обращаемость находилась на незначительном уровне.

На фоне относительной стабильности частоты и распространенности заболеваемости психическими расстройствами и расстройствами поведения по Ошской области, наблюдаются различия по районам, что важно учитывать при планировании оказания психиатрической помощи. В период пандемии необходимо проведение анализа эпидемиологической ситуации по распространенности психических расстройств и расстройств поведения в контексте общественного здоровья для корректировки плана мероприятий по оказанию медицинской помощи.

Список литературы

1. Смычек В.Б. Динамика показателей заболеваемости и первичной инвалидности детей по классам болезней нервной системы и психических расстройств // Вопросы организации и информатизации здравоохранения. 2019. № 99 (2). С. 35–44.
2. ВОЗ: необходимо срочно изменить подход к психическому здоровью и оказанию психиатрической помощи. Женева, 2022. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.who.int/ru/news/item/17-06-2022-who-highlights-urgent-need-to-transform-mental-health-and-mental-health-care> (дата обращения: 12.09.2023).
3. Зинченко Е.Н. Распространенность психических расстройств у сельского населения Украины // Медицина. 2013. № 8. С. 51–55.
4. Скрипов В.С., Есина К.М. Комплексная оценка заболеваемости психическими расстройствами и расстройствами поведения в динамике за период 2015–2019 гг. в Российской Федерации // Социальные аспекты здоровья населения. 2021. Т. 67. № 4. URL: <http://vestnik.mednet.ru/content/view/1287/30/lang.ru/> (дата обращения: 12.09.2023).

5. Chiu M., Amartei A., Wang X., Vigod S., Kurdyak P. Trends in objectively measured and perceived mental health and use of mental health services: a population-based study in Ontario, 2002–2014. *CMAJ*. 2020. Vol. 192, Is. 13. P. E329–E337.
6. Rossi R., Succi V., Talevi D., Mensi S., Niolu C., Pacitti F., Marco A.D., Rossi A., Siracusano A., Lorenzo Gi.D. COVID-19 Pandemic and Lockdown Measures Impact on Mental Health Among the General Population in Italy // *Front Psychiatry*. 2020. Vol. 11. P. 790.
7. Кислицына О.А. Долгосрочные негативные последствия пандемии COVID-19 для здоровья населения // Социальные аспекты здоровья населения. 2021. Т. 67. № 4. URL: <http://vestnik.mednet.ru/content/view/1281/30/lang.ru/> (дата обращения: 12.09.2023).
8. Tull M.T., Edmonds K.A., Scamaldo K.M., Richmond J.R., Rose J.P., Gratz K.L. Psychological outcomes associated with stay-at-home orders and the perceived impact of COVID-19 on daily life // *Psychiatry Res*. 2020. Vol. 289. P. 113098.
9. Butterworth P., Watson N., Wooden M. Trends in the Prevalence of Psychological Distress Over Time: Comparing Results From Longitudinal and Repeated Cross-Sectional Surveys // *Frontiers Psychiatry*. 2020. Vol. 11. P. 595696.

СДВИГИ ГЕМАТОЛОГИЧЕСКИХ И БИОХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КРОВИ ВИЧ-ПОЗИТИВНЫХ БОЛЬНЫХ

¹Багаутдинова Р.Ш., ^{1,2}Яппаров Р.Г., ¹Насырова Э.С.

¹ГБУЗ РБ «Республиканский центр по профилактике и борьбе со СПИДом и инфекционными заболеваниями», Уфа, e-mail: RamilyaBSh@mail.ru, kdlaid@mail.ru;
²ФГБОУ ВО «Башкирский государственный медицинский университет»
Министерства здравоохранения Российской Федерации, Уфа, e-mail: rafdok@yandex.ru

Проведен сравнительный анализ и оценка гематологических и биохимических показателей крови ВИЧ-инфицированных больных, проживающих на территории Республики Башкортостан и находящихся на диспансерном наблюдении в ГБУЗ «Республиканский центр по профилактике и борьбе со СПИДом и инфекционными заболеваниями». Для анализа гематологических и биохимических показателей крови сформированы две группы наблюдения (контрольная и ВИЧ-позитивная), каждая из которых была разделена по половой принадлежности. Актуальность исследования обусловлена возрастанием роли лабораторных исследований для комплексного подхода в назначении антиретровирусной терапии, контроля ее эффективности, своевременного выявления побочных эффектов и развития вторичных заболеваний, возникающих вследствие сниженного иммунитета. В результате исследования установлены достоверно значимые изменения во всех трех звеньях кровеносной системы – лейкоцитарном, эритроцитарном и тромбоцитарном – у ВИЧ-инфицированных обоего пола. Возникают такие изменения, как снижение количества лейкоцитов, эритроцитов и гемоглобина, в том числе у женщин – гематокрита, а также увеличение среднего объема эритроцитов у мужчин. В тромбоцитарном звене наблюдается достоверное снижение количества тромбоцитов и тромбокрита. В биохимических показателях крови выявлены изменения белкового обмена, достоверно значимое превышение аланин-/аспартат-аминотрансфераз, рост активности лактатдегидрогеназы, щелочной фосфатазы и гамма-глутамилтрансферазы.

Ключевые слова: ВИЧ-инфекция, лейкоциты, эритроциты, тромбоциты, биохимические показатели крови

SHIFT IN HEMATOLOGICAL AND BIOCHEMICAL INDICATORS OF THE BLOOD OF HIV-POSITIVE PATIENTS

¹Bagautdinova R.Sh., ^{1,2}Yapparov R.G., ¹Nasyrova E.S.

¹Republican Center for the Prevention and Control of AIDS and Infectious Diseases, Ufa, e-mail: RamilyaBSh@mail.ru, kdlaid@mail.ru;
²Bashkir State Medical University, Ministry of Health of the Russian Federation, Ufa, e-mail: rafdok@yandex.ru

A comparative analysis and evaluation of hematological and biochemical parameters of blood of HIV-infected patients living in the Republic of Bashkortostan and being under dispensary observation at the Republican Center for the Prevention and Control of AIDS and Infectious Diseases was carried out. For the analysis of hematological and biochemical blood parameters, two observation groups (control and HIV-positive) were formed, each of which was divided according to gender. The relevance of the study is due to the increasing role of laboratory research for an integrated approach in prescribing antiretroviral therapy, monitoring its effectiveness, timely detection of side effects and the development of secondary diseases resulting from reduced immunity. As a result of the study, significantly significant changes were established in all three parts of the circulatory system – leukocyte, erythrocyte and platelet in HIV-infected people of both sexes. Changes occur such as: a decrease in the number of leukocytes, red blood cells and hemoglobin, including hematocrit in women, as well as an increase in the average volume of red blood cells in men. In the platelet link, there is a significant decrease in the number of platelets and thrombocrit. Changes in protein metabolism, a significantly significant excess of alanine-/aspartate aminotransferases, an increase in the activity of lactate dehydrogenase, alkaline phosphatase and gamma-glutamyl transferase were revealed in the biochemical parameters of the blood.

Keywords: HIV infection, leukocytes, erythrocytes, platelets, biochemical blood parameters

ВИЧ-инфекция представляет собой болезнь, вызванную вирусом иммунодефицита человека и являющуюся антропонозным инфекционным хроническим заболеванием. Она характеризуется специфическим поражением иммунной системы, приводящим к медленному ее разрушению до формирования синдрома приобретенного иммунодефицита (СПИД), сопровождающегося развитием оппортунистических инфекций

и вторичных злокачественных новообразований [1]. В крови вирус ВИЧ-инфекции в качестве цели выбирает клетки, на поверхности которых имеются особые рецепторы CD4. CD4 находится на поверхности 60% всех Т-лимфоцитов, от предшественников Т-лимфоцитов в костном мозге и тимусе до моноцитов, макрофагов, эозинофилов, дендритных клеток и микроглиоцитов в центральной нервной системе [2, с. 91].

Вирус проникает внутрь этих клеток и начинает активную репликацию, заставляет их синтезировать новые вирусные тела. Поражение CD4⁺-лимфоцитов приводит к нарушению межклеточных взаимодействий внутри иммунной системы, ее функциональной несостоятельности, постепенному истощению и как результат – прогрессирующему иммунодефициту. Но есть еще и второй механизм: организм перестает собирать, какие у него клетки заражены ВИЧ, а какие – нет. Начинается каскад цитотоксических реакций, в результате чего погибают и зараженные, и здоровые лимфоциты, сопровождаясь прогрессивным снижением клеточного звена иммунитета [2–4].

Как и любая патология, ВИЧ-инфекция имеет индивидуальные черты у каждого инфицированного человека. На ранних стадиях инфекции показатели общего анализа крови меняются мало или остаются в пределах нормы. В более продвинутых стадиях заболевания, когда компенсаторные возможности организма слабеют, в крови возникают такие изменения, как лейко- и лимфопения, анемия, тромбоцитопения [5, 6].

На сегодняшний день для лечения ВИЧ-инфекции активно применяется антиретровирусная терапия. Современные антиретровирусные препараты обладают высокой вирусологической эффективностью, но вместе с тем могут обладать рядом побочных эффектов, приводящих к различным биохимическим нарушениям. Ситуация усугубляется тем, что у большинства ВИЧ-инфицированных выявляются сопутствующие заболевания, например вирусный гепатит С, который негативно влияет на функцию печени.

Известно, что по мере прогрессирования иммунодефицита у ВИЧ-инфицированных пациентов наблюдается развитие оппортунистических заболеваний различной этиологии и локализации. К свойствам микроорганизмов, вызывающих оппортунистические инфекции, относят возможность длительного и даже пожизненного персистенции в организме человека, внутриклеточное паразитирование, склонность к поражению клеток моноцитарно-макрофагальной системы. Сложность и опасность оппортунистических инфекций заключается в том, что они способны подавлять естественный иммунитет [4, 7].

Цель исследования – провести сравнительный анализ гематологических и биохимических показателей крови больных ВИЧ-инфекцией, выявить направленность изменений в показателях крови.

Материалы и методы исследования

Был проведен сравнительный анализ гематологических и биохимических показателей крови у здоровых и ВИЧ-инфицированных по половой принадлежности.

Исследование количественных показателей периферической крови проводилось на гематологическом анализаторе Erba Elite 5, биохимических показателей – на биохимическом полуавтоматическом анализаторе Mindray BS-200 с использованием набора реагентов ЗАО «Вектор Бест». Оценивались следующие биохимические показатели – билирубин общий и связанный, глюкоза, креатинин, мочевины, общий белок, альбумин, общий холестерин, триглицериды, активность аланинаминотрансферазы (АЛТ), аспартатаминотрансферазы (АСТ), лактатдегидрогеназы (ЛДГ), щелочной фосфатазы (ЩФ) и гамма-глутамилтрансферазы (ГГТ).

Статистическая обработка результатов выполнена с помощью программного обеспечения «Statistica 10». Использованы методы описательной статистики с определением средних арифметических значений (\bar{x}), стандартной ошибки средних величин (m), достоверности различия. Для проверки гипотезы о нормальности распределения случайных величин использован тест Шапиро – Уилка. Для оценки значимости различий количественных данных, имеющих нормальное распределение, использован t-критерий Стьюдента для независимых выборок. Оценка значимости различий количественных данных, не подчиняющихся закону нормального распределения, произведена с использованием U-критерия Манна – Уитни. Достоверными считаются данные при уровне значимости не менее 95% ($p < 0,05$).

С целью анализа гематологических и биохимических показателей крови сформированы две группы наблюдения (контрольная и ВИЧ-позитивная), отличающиеся по полу. Первая группа: сотрудники центра, 30 чел. мужского и 50 чел. – женского пола. Вторая группа: ВИЧ-инфицированные больные на разных стадиях заболевания старше 18 лет, находящиеся на диспансерном наблюдении в ГБУЗ РЦПБ со СПИДом и ИЗ – по 50 чел. мужского и женского пола.

Результаты исследования и их обсуждение

Для объективности оценки происходящих в крови изменений при ВИЧ-инфекции был проведен сравнительный анализ всех трех звеньев кровеносной системы и биохимических показателей крови.

Результаты гематологических показателей крови представлены в табл. 1.

Таблица 1

Средние значения клинических показателей периферической крови
в группах обследованных

Показатели, референсные значения	Группы, ($\bar{x} \pm m$)			
	1 группа (контрольная)		2 группа (ВИЧ-позитивные)	
	Муж (n = 30)	Жен (n = 50)	Муж (n = 50)	Жен (n = 50)
Лейкоциты, $10^3/\text{мкл}$ (5,0–10,0)	7,15±0,34	6,80±0,22	6,06±0,27●	5,54±0,26●
Нейтрофилы, тыс (2,0–7,5)	4,22±0,27	3,98±0,17	3,27±0,18●	3,37±0,23●
Лимфоциты, тыс. (1,3–4,0)	2,31±0,16	2,12±0,08	2,12±0,12	1,60±0,06●
Моноциты, тыс. (0,15–0,70)	0,52±0,04	0,45±0,02	0,41±0,03●	0,36±0,02●
Эозинофилы, тыс (0,00–0,50)	0,22±0,03	0,17±0,02	0,20±0,02	0,16±0,02
Базофилы, тыс (0,00–0,15)	0,08±0,01	0,08±0,00	0,07±0,02	0,05±0,00●
Нейтрофилы, % (40,0–75,0)	57,02±2,05	57,92±1,15	53,57±1,63	59,00±1,41
Лимфоциты, % (21,0–40,0)	31,80±1,87	31,85±1,10	35,19±1,44	30,25±1,26
Моноциты, % (3,0–7,0)	7,13±0,46	6,70±0,21	6,95±0,47	6,91±0,35
Эозинофилы, % (0,0–5,0)	2,95±0,37	2,45±0,24	3,18±0,31	2,86±0,29
Базофилы, % (0,0–2,0)	1,09±0,09	1,12±0,06	1,11±0,07	0,99±0,07
Эритроциты, $10^6/\text{мкл}$ (4,0–5,5)	5,00±0,07	4,59±0,05	4,52±0,11●	4,22±0,06●
HGB, г/л (120–174)	154,60±1,67	134,24±1,74	143,62±3,24●	127,18±2,53●
HCT, % (36,0–52,0)	44,85±0,52	40,09±0,43	42,71±0,94	36,87±0,93●
MCV, fl (76,0–96,0)	89,90±0,71	87,67±0,96	93,83±1,45●	89,57±1,49
MCH, pg (27,0–32,0)	31,01±0,36	29,39±0,41	32,11±0,66	30,32±0,64
MCHC, г/л (300–350)	344,87±2,01	334,62±1,49	340,90±2,26	337,26±1,88
Тромбоциты, $10^3/\text{мкл}$ (150–400)	231,17±9,32	251,22±7,22	201,02±10,94●	226,70±11,04●
PCT, %	0,18±0,00	0,21±0,00	0,15±0,00●	0,18±0,00●
MPV, fl (8,0–15,0)	7,78±0,21	8,49±0,16	7,88±0,20	7,93±0,20●

Примечание. ● – достоверное отличие от 1-й группы ($p < 0,05$).

Из табл. 1 видно, у ВИЧ-инфицированных лиц обоего пола происходят достоверно значимые изменения во всех трех звеньях кровеносной системы – лейкоцитарном, эритроцитарном и тромбоцитарном. И у мужчин, и у женщин с диагнозом ВИЧ-инфекция содержание лейкоцитов, эритроцитов, гемоглобина, тромбоцитов и тромбокрита (PCT) было достоверно ниже, чем в контрольной группе. У ВИЧ-инфицированных мужчин достоверно ниже абсолютное количество нейтрофилов и мо-

ноцитов, у женщин – нейтрофилов, лимфоцитов, моноцитов и базофилов. На фоне снижения общего количества эритроцитов и гемоглобина у ВИЧ-инфицированных лиц обоего пола наблюдается достоверное увеличение среднего объема эритроцитов (MCV) у мужчин, у женщин – достоверно ниже гематокрит, что можно объяснить повреждением ВИЧ-инфекцией клеток костного мозга и общим истощением организма.

В тромбоцитарном звене оказался достоверно ниже тромбоцитрит у ВИЧ-позитивных

мужчин и женщин за счет уменьшения количества тромбоцитов, также у женщин наблюдается уменьшение среднего объема тромбоцитов. Падение уровня тромбоцитов ниже нормы весьма характерно для ВИЧ-инфекции, в течение 10 лет такое явление возникает у 40% инфицированных людей [5]. Вызывают тромбоцитопению два механизма: аутоиммунное повреждение тромбоцитов и снижение количества их предшественников (мегакариоцитов).

Таким образом, важным следствием ВИЧ-инфекции у больных является не только развитие иммунодефицита в результате снижения количества лейкоцитов, но также комплексный характер изменений в клетках кровеносной системы вследствие одновременного снижения количества эритроцитов, гемоглобина и тромбоцитов.

Биохимические исследования позволяют оценить функцию основных жизненно важных органов – печени, почек, кровяной системы, сердечно-сосудистой системы и других органов и систем.

В табл. 2 представлены результаты исследования биохимических показателей крови.

В табл. 2 можно увидеть достоверно значимое увеличение активности всех исследуемых ферментов – аланинаминотрансферазы (АЛТ), аспартатаминотрансферазы (АСТ), лактатдегидрогеназы (ЛДГ), щелочной фосфатазы (ЩФ) и гамма-глутамилтрансферазы (ГГТ) у ВИЧ-инфицированных мужчин и женщин.

АЛТ и АСТ присутствуют не только в печени, свидетельствуя о гепатоцеллюлярном повреждении, но и в других органах – в сердечной и скелетной мышцах, а также в почках и головном мозге. При обнаружении отклонения от нормы в большую сторону уровня щелочной фосфатазы, АЛТ и АСТ предполагается повреждение печени. Одновременное повышение ГГТ вместе с ЩФ – признак холестаза. Повышение уровня активности трансаминаз, ЩФ и ГГТ может быть признаком любого острого или хронического активного заболевания печени и билиарного тракта [8, с. 265].

Таблица 2

Сравнительная таблица средних значений биохимических показателей крови

Показатели, референсные значения	Группы, ($\bar{x} \pm m$)			
	1 группа (контрольная)		2 группа (ВИЧ-позитивные)	
	Муж (n = 30)	Жен (n = 50)	Муж (n = 50)	Жен (n = 50)
Билирубин связанный, мкмоль/л ($\leq 5,10$)	2,63±0,21	1,81±0,22	3,82±0,55	2,88±0,33●
Билирубин общий, мкмоль/л ($\leq 20,5$)	9,77±0,68	9,50±0,84	12,67±1,46	10,24±1,29
Глюкоза, ммоль/л (4,0–6,1)	5,15±0,41	4,66±0,12	4,82±0,15	4,60±0,08
АЛТ, Ед/л (муж- ≤ 40 ; жен- ≤ 31)	26,71±2,06	17,82±0,90	51,02±9,14●	44,66±7,89●
АСТ, Ед/л (муж- ≤ 38 ; жен- ≤ 31)	24,93±1,43	22,96±0,70	52,82±8,14●	47,60±7,21●
Общий холестерин, ммоль/л ($\leq 5,2$)	4,42±0,19	5,17±0,15	4,53±0,16	4,91±0,17
ЛДГ, Ед/л (195–450)	319,71±9,07	376,54±10,77	402,28±40,16●	344,54±10,92●
Щелочная фосфатаза, Ед/л (70–270)	165,80±7,54	164,60±6,64	254,92±21,09●	222,16±15,35●
Креатинин, мкмоль/л (муж – 71–115; жен – 53–106)	103,57±2,77	81,92±1,71	96,20±3,18●	77,90±1,46
Общий белок, г/л (65–85)	78,87±1,63	74,86±0,65	77,16±0,79	75,26±0,96
Альбумин, г/л (35–50)	48,93±1,09	47,85±0,62	46,74±0,51	44,58±0,69●
Триглицериды, ммоль/л ($\leq 1,70$)	1,54±0,19	1,05±0,07	1,09±0,08	1,03±0,07
Мочевина, ммоль/л (2,5–8,32)	5,66±0,19	4,28±0,15	4,73±0,26●	4,22±0,13
ГГТ, Ед/л (муж – ≤ 50 ; жен – ≤ 32)	24,10±2,11	17,20±1,60	76,96±16,89●	58,80±14,92●

Примечание. ● – достоверное отличие от 1-й группы ($p < 0,05$).

Другой показатель гепатобилиарной системы – билирубин связанный, достоверно выше у ВИЧ-инфицированных женщин по сравнению с контрольной группой.

ВИЧ очень часто соседствует с вирусными гепатитами, поэтому показатели трансаминаз помогают вовремя сориентироваться и дообследовать пациента, а также это можно объяснить наличием СПИД-ассоциированных заболеваний. В связи с тем, что у ВИЧ-позитивных пациентов наблюдается сочетание различных инфекций, то довольно сложно распознать, с какой именно инфекцией связана активация ферментов печени и билиарного тракта, указывающих на наличие активных процессов в печени.

Анализ показателей белкового обмена свидетельствует о достоверном снижении фракции альбумина у женщин, а также содержания мочевины и креатинина в крови у мужчин. Альбумины синтезируются в печени и участвуют в транспортировке многих биологически активных веществ. Неспособность к синтезу нормальных количеств альбумина наблюдается при любых хронических болезнях печени (цирроз, хронический гепатит), неправильном питании, болезнях, связанных с нарушением всасывания (болезнь Крона), а также при потерях альбумина с мочой (нефротический синдром, хроническая почечная недостаточность). Мочевина, конечный продукт метаболизма аминокислот, синтезируется в печени, переносится кровью в почки, откуда выводится с мочой. Для больных с печеночной недостаточностью характерны снижение синтеза мочевины и накопление токсичного аммиака [8, с. 124].

Креатинин, как и мочевина, побочный продукт обмена веществ, синтезируется в сокращающихся мышцах. Любое заболевание, сопровождаемое существенным снижением мышечной массы (например, мышечные дистрофии), может приводить к снижению уровня креатинина в крови [8, с. 125].

При сравнении средних значений таких биохимических показателей крови, как глюкоза, билирубин общий, холестерин, общий белок и триглицериды, статистически значимых различий выявлено не было.

Сравнивая результаты, представленные в табл. 2, можно сделать вывод, что у ВИЧ-инфицированных женщин наблюдается достоверно значимое снижение уровня альбумина в крови, у мужчин – мочевины и креатинина. У ВИЧ-позитивных мужчин и женщин наблюдается превышение норма-

тивных величин АЛТ и АСТ, а также достоверное различие уровня щелочной фосфатазы, ЛДГ и ГГТ, что свидетельствует о неблагоприятных изменениях в работе печени и сердца.

Заключение

В ходе исследования установлено, что у ВИЧ-позитивных лиц обоего пола в периферической крови возникают такие изменения, как достоверно значимое снижение количества лейкоцитов, эритроцитов и гемоглобина, в том числе у женщин – гематокрита, и компенсаторное увеличение среднего объема эритроцитов у мужчин. В тромбоцитарном звене наблюдается снижение количества тромбоцитов и тромбоцита, а также среднего объема тромбоцитов у женщин. В биохимических показателях крови – достоверно значимые изменения у ВИЧ-инфицированных в белковом обмене: у мужчин снижение показателей мочевины и креатинина, у женщин – альбумина. Наблюдаются достоверно значимое превышение активности АЛТ и АСТ и рост активности ЛДГ, ЩФ и ГГТ по сравнению с контрольной группой.

Список литературы

1. Постановление Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 28.01.2021 № 4 «Об утверждении санитарных правил и норм СанПиН 3.3686-21 «Санитарно-эпидемиологические требования по профилактике инфекционных болезней». [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/57366140> (дата обращения: 05.04.2023).
2. Покровский В.В. Лекции по ВИЧ-инфекции / Под ред. В.В. Покровского. 2-е изд., перераб. и доп. М.: ГЭ-ОТАР-Медиа, 2018. 848 с.
3. Catalfamo M., Wilhelm C., Tcheung L., Proschan M., Friesen T., Park J.H., Adelsberger J., Baseler M., Maldarelli F., Davey R., Roby G., Rehm C., Lane C. CD4 and CD8 T cell immune activation during chronic HIV infection: roles of homeostasis, HIV, type I IFN, and IL-7 // *J. Immunology*. 2011. Vol. 186, Is. 4, P. 2106–2116.
4. Шмагель К.В., Шмагель Н.Г., Черешнев В.А. Активация иммунитета при ВИЧ-инфекции // *Медицинская иммунология*. 2017. Т. 19, № 5. С. 489–504.
5. Барышникова Д.В., Пузырева Л.В., Мордык А.В. Особенности цитопений у пациентов с ВИЧ-инфекцией // *Медицинский альянс*. 2019. Т. 7, № 4. С. 17–21.
6. Moses A., Nelson J., Bagby G.C. The influence of human immunodeficiency virus-1 on hematopoiesis // *Blood*. 1998. Vol. 91. P. 1479–1495.
7. Борисова О.В., Бородулина Е.А., Еременко Е.П., Аристова Д.Н., Теряева М.А. Особенности течения вторичных заболеваний при ВИЧ-инфекции у детей // *Аллергология и иммунология в педиатрии*. 2019. № 2 (57). С. 29–36.
8. Хиггинс К. Расшифровка клинических лабораторных анализов / пер. с англ.; под ред проф. В.Л. Эмануэля. 8-е изд. М.: Лаборатория знаний, 2021. 592 с.

СТАТЬИ

УДК 004.91

**РАЗРАБОТКА МОДУЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ
УЧЕБНЫХ ПОРУЧЕНИЙ В ВУЗЕ****Горский А.В., Фадеева К.Н.***ФГБОУ ВО «Чувашский государственный педагогический университет имени И.Я. Яковлева»,
Чебоксары, e-mail: fadeevakn@mail.ru*

В настоящее время высшие учебные заведения имеют измененные организационные и финансовые структуры, новую организационно-нормативную основу за счет внедрения в систему высшего образования федеральных государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования. Современные реалии не позволяют в полном объеме и с запланированной эффективностью использовать устаревшие разработки. Во многих вузах решаются отдельные частные вопросы: автоматизация учета студентов «Деканат», куда вводят данные студентов, ведомости с оценками, внедрение модуля «Приемная комиссия», формирование учебных планов по направлениям подготовки, расчет нагрузки, автоматизированная информационная система «Рабочие программы дисциплин» и т.д. В данной статье представлен процесс разработки программного модуля формирования учебных поручений преподавателей университета, внедрение которого позволит избежать ручного ввода и проверки данных, что сократит трудозатраты и время на распределение и учет выполнения нагрузки преподавателями кафедры. В процессе разработки была изучена предметная область, обоснован выбор платформы для разработки, проанализированы входные и выходные данные, определены требования к автоматизации, выбрана соответствующая форма реализации и разработана архитектура программного решения. Приводится пример разработанного программного модуля.

Ключевые слова: «1С:Предприятие», MS Excel, автоматизация, документооборот, поручение

**DEVELOPMENT OF A MODULE
FOR TEACHING ASSIGNMENT GENERATION AT A UNIVERSITY****Gorskiy A.V., Fadeeva K.N.***Chuvash State Pedagogical University named after I. Ya. Yakovlev, Cheboksary,
e-mail: fadeevakn@mail.ru*

Currently, higher education institutions have changed organizational and financial structures, a new organizational and regulatory framework due to the introduction of federal state educational standards of higher professional education in the system of higher education. Modern realities do not allow using outdated developments to the full extent and with the planned efficiency. Many universities are solving some particular issues: automation of student records «Dean's Office», where students' data is entered, statements with grades, the implementation of the module «Admission Committee», the formation of curricula for training areas, workload calculation, automated information system «Working programs of disciplines», etc. This article presents the process of developing a software module for the formation of teaching assignments of university teachers, the introduction of which will avoid manual entry and verification of data, which will reduce labor costs and time for the allocation and accounting of the load by faculty members of the department. In the process of development the subject area was studied, the choice of platform for development was justified, the input and output data were analyzed, the requirements for automation were determined, an appropriate form of implementation was selected and the architecture of the software solution was developed. An example of the developed software module is given.

Keywords: 1C:Enterprise, MS Excel, automation, document management, teaching assignment

Вопросы автоматизации управления учебным процессом в вузе всегда являлись актуальными [1; 2, с. 12; 3, с. 23]. В Чувашском государственном педагогическом университете им. И.Я. Яковлева сейчас используются информационная система «Деканат», предназначена для ведения личных дел студентов, информационная система «Планы», позволяет создать в рамках высшего учебного заведения единую систему автоматизированного планирования учебного процесса, информационная система «Электронные ведомости», предназначена для учета и анализа успеваемости студентов (разработаны в Лаборатории ММИС).

В настоящий момент заведующий кафедрой занимается распределением нагрузки преподавателей, относящихся к данной кафедре. Получается, что распределять данную нагрузку заведующему приходится дважды за один учебный год. Сначала по окончании текущего учебного года, когда уже становятся известны контрольные цифры приема. На основании расчета часов с плановыми цифрами приема формируются учебные поручения для каждого штатного преподавателя, если часов выделено больше, чем штатных преподавателей, необходимо их перевести в почасовой фонд или определить вакансию на следующий учебный год. При распределении обязатель-

но учитываются нормы времени на ставку, пожелания преподавателей, квалификация преподавателя для преподавания той или иной дисциплины и многое другое. Таким образом, до летнего отпуска нагрузка по кафедре должна быть распределена, причем информацию необходимо довести до каждого преподавателя, принимающего участие в образовательном процессе. Штатное расписание профессорско-преподавательского состава формируется в соответствии с распределенной нагрузкой. После окончания приемной кампании, до начала занятий в новом учебном году, заведующему кафедрой необходимо второй раз заняться распределением учебной нагрузки.

На сегодняшний день заведующий кафедрой формирует учебные поручения преподавателей вручную, в соответствии с распределенной нагрузкой. Электронный вид подразумевает заполнение и распечатку учебного поручения с помощью, например, программы MS Excel. Созданные документы – учебные поручения сохраняются в виде файлов, которые можно использовать при формировании отчетности. При таком способе формирования учебных поручений создание любого отчета – это неизбежно рутинная работа [1]. На сегодня в вузах требуется программное решение в области документооборота, которое бы позволяло облегчить просмотр документа учебной нагрузки и изменить его под каждого преподавателя кафедры.

В данный момент преподавателю приходится при изменении учебной нагрузки заново фильтровать его под свои задачи, что отнимает много времени. Таким образом, автоматизация формирования учебных поручений преподавателей значительно облегчает работу как педагога, так и заведующего кафедрой.

Цель исследования – разработать программный модуль формирования учебных поручений преподавателей вуза.

Для решения поставленной цели необходимо:

- выбрать платформу для разработки;
- проанализировать входные и выходные данные;
- определить требования к автоматизации;
- выбрать соответствующую форму реализации;
- разработать архитектуру программного решения;
- разработать рабочий вариант программного модуля.

Результаты исследования и их обсуждение

Для разработки программного модуля формирования учебных поручений преподавателей вуза была использована техно-

логическая платформа «1С: Предприятие». «1С:Предприятие» – универсальная платформа автоматизации учетной деятельности организации. За счет своей универсальности платформа может быть использована для автоматизации различных участков деятельности организаций [4]. В частности, она подходит для разработки программного модуля формирования учебных поручений преподавателей вуза со следующими функциональными требованиями (приведены основные).

Отдельные результаты исследования были опубликованы в сборнике научных трудов XXIII Международной научно-практической конференции «Новые информационные технологии в образовании» (технологии 1С для развития образования, мировых и отечественных практик автоматизации бизнеса) [5].

Входные данные: многолистовой файл MS Excel с данными нагрузки профессорско-преподавательского состава кафедры формируется учебной частью университета и доводится до заведующих кафедрами для дальнейшей работы. На листах размещены данные учебных планов для полугодий очного и заочного отделений. Модуль настраивается для загрузки данных из файлов с различной структурой, составом и расположением столбцов на листах. Формирование файла нагрузки заведующим кафедрой не автоматизируется.

Выходные данные: документы «Учебное поручение» преподавателей кафедры и соответствующие им разделы индивидуального плана «Учебная работа (нагрузка)». Сохранение выполняется в формате файлов MS Excel с автоматическим именованием и в подготовленное место (папки).

Автоматизация формирования итоговых документов: процесс формирования учебных поручений выполняется в полностью автоматическом режиме последовательным нажатием двух кнопок «Загрузить» и «Создать файлы учебных поручений» (рис. 1).

Рассмотрим их функционал более подробно.

«**Загрузить**» (данные из файла источника) – данные нагрузки профессорско-преподавательского состава кафедры загружаются в табличные части обработки для полугодий очного и сессий заочного отделения на страницу «Распределение» (рис. 2). Если есть необходимость, можно скорректировать данные там же на форме обработки.

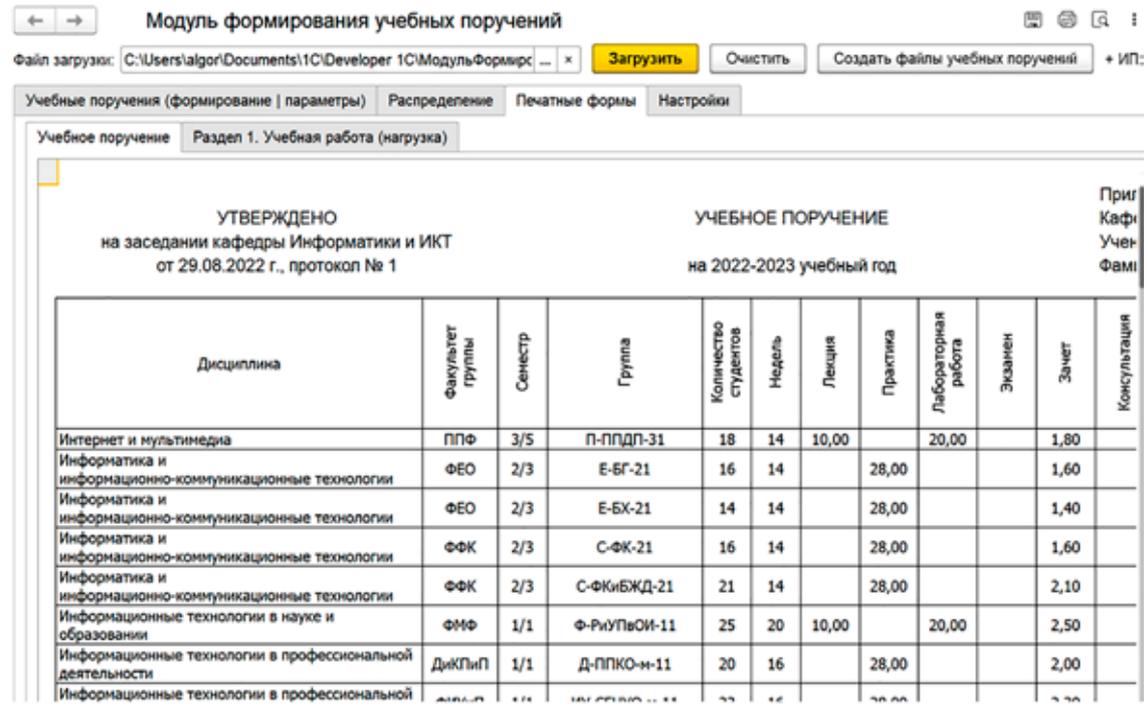


Рис. 1. Модуль формирования учебных поручений преподавателей вуза

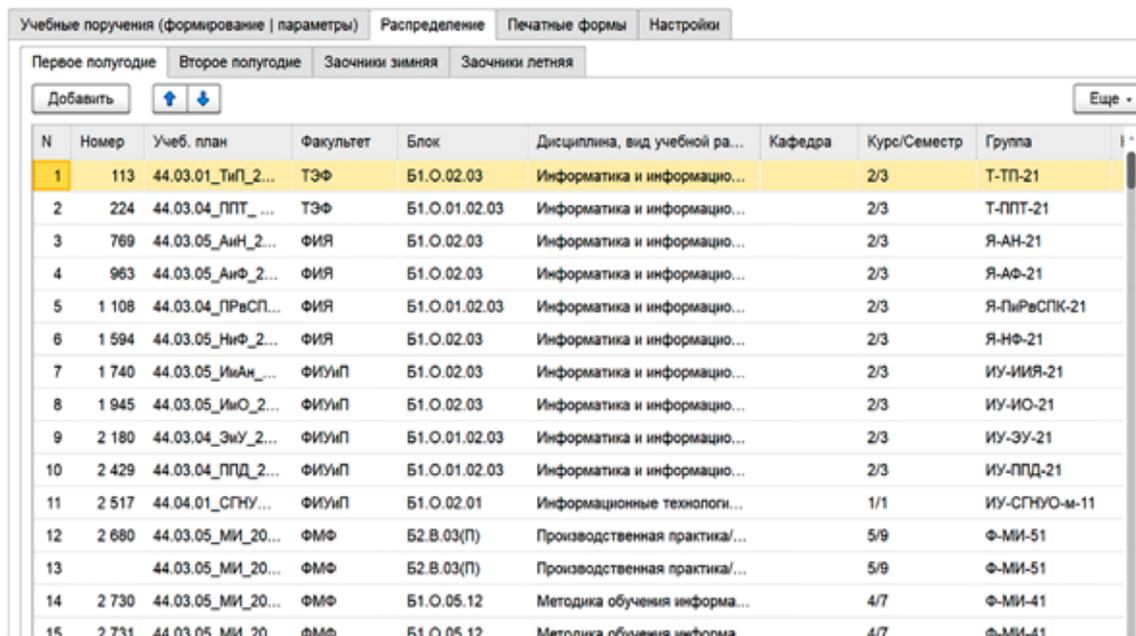


Рис. 2. Страница «Распределение»

«Создать файлы учебных поручений» – создаются рабочие документы в формате файлов MS Excel. От пользователя только требуется указать значения полей в шапках и подвалах документов (значения полей сохраняются для последующего ис-

пользования). Предусмотрена возможность формирования документов для отдельного преподавателя из списка, автоматически сформированного при загрузке данных нагрузки преподавателей кафедры в табличные части модуля (рис. 3).

Учебные поручения (формирование | параметры) Распределение Печатные формы Настройки

Преподаватель:

Ученое звание преподавателя:

Начало учебного года (год): Утверждено: Протокол №:

Факультет:

Декан факультета:

Кафедра:

Заведующий кафедрой:

 + ИП:

Рис. 3. Страница «Учебные поручения (формирование | параметры)»

С:\Users\algor\Documents\IC\Developer IC\Модуль\Формирования\Учебных\Поручений\Модуль\Формирования\Учебных\Поручений_2022-09.epf

Заголовок	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	<input type="checkbox"/>											
2												
3	УТВЕРЖДЕНО											
4	<на заседании кафедры [Кафедра]>											
5	<от [Дата] г., протокол № [Номер]>											
6	УЧЕБНОЕ ПОРУЧЕНИЕ											
7	<на [Год]-[СледГод] учебный год>											
Шапка	7	Дисциплина	Факультет группы	Семестр	Группа	Количество студентов	Неделя	Лекция	Практика	Лабораторная работа	Экзамен	Зачет
Строка	8	<Дисциплина\вид\УчебнойРаботы>	ультетГруппы	Семе	<Группа>	ствоСт	Неделя	Лекция	Практика	Лабораторная	Экзамен	Зачет
Итого	9	<Итого за [ОтчетныйПериод]>										
Подвал	10	<ИтогоЛекцИтогоПрактикИтогоЛабораторИтогоЭкзаменИтогоЗачет>										
11	<Преподаватель		[Преподаватель]:		<Зав. кафедрой		[ФИОЗавКафедр		<Декан			
12												
13												
14												

С:\Users\algor\Documents\IC\Developer IC\Модуль\Формирования\Учебных\Поручений\Модуль\Формирования\Учебных\Поручений_2022-09.epf

Раздел1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	<input type="checkbox"/>											
2	Раздел 1. Учебная работа (нагрузка)											
3												
4												
5	№ п/п	Наименование работы	Затраты времени (в часах)						Примечания (причины невыполнения плана и др.)			
6			I полугодие		II полугодие		На учебный год					
7			План	Вып.	План	Вып.	План	Вып.				
8	1	Лекции	Лекции1:	Лекции2:	Лекции3:	Лекции4:	Лекции5:	Лекции6:				
9	2	Семинарские занятия	арскиеЗа	арскиеЗа	арскиеЗа	арскиеЗа	арскиеЗа	арскиеЗа				
10	3	Практические занятия	ческиеЗа	ческиеЗа	ческиеЗа	ческиеЗа	ческиеЗа	ческиеЗа				
11	4	Лабораторные занятия	торныеЗа	торныеЗа	торныеЗа	торныеЗа	торныеЗа	торныеЗа				
12	5	Контрольные работы	ольныеРа	ольныеРа	ольныеРа	ольныеРа	ольныеРа	ольныеРа				
13	6	Курсовые работы (рефераты)	овыеРа	овыеРа	овыеРа	овыеРа	овыеРа	овыеРа				
14	7	Консультация	сультаци	сультаци	сультаци	сультаци	сультаци	сультаци				
15	8	Зачеты	Зачеты1:	Зачеты2:	Зачеты3:	Зачеты4:	Зачеты5:	Зачеты6:				
16	9	Экзамены	Экзамены	Экзамены	Экзамены	Экзамены	Экзамены	Экзамены				
17	10	Выпускные квалификационные работы	<ВКР1>	<ВКР2>	<ВКР3>	<ВКР4>	<ВКР5>	<ВКР6>				
18	11	Руководство практикой, стажировкой и т. п.	Практика1	Практика2	Практика3	Практика4	Практика5	Практика6				
19	12	<Другие виды учебной работы (ДругиеВидыРаботы1, ДругиеВидыРаботы2, ДругиеВидыРаботы3)>										
20		Итого	<Итого1>	<Итого2>	<Итого3>	<Итого4>	<Итого5>	<Итого6>				

Рис. 4. Макет документа «Учебное поручение» и макет раздела индивидуального плана «Учебная работа (нагрузка)»

В программной реализации модуля возможны различная архитектура и интерфейс пользователя. Можно ориентироваться на следующие основные характеристики разработанного модуля:

- модуль выполнен в виде внешней обработки с многостраничной формой (рис. 1);
- все необходимые расчеты и формирование итоговых документов выполняются автоматически средствами модуля;

– для универсальности используются только примитивные типы данных (числовой и текстовый);

– модуль содержит чуть более 700 строк программного кода, для удобства сопровождения в коде избегается фрагментация реализованных расчетных методик;

– для формирования итоговых документов используются два макета, редактирование и добавление новых возможно только в режиме «Конфигуратор» (рис. 4).

В разработанном модуле формирования учебных поручений преподавателей вуза реализован весь описанный выше функционал. На рис. 1 приведен пример сформированного учебного поручения преподавателя. *Доступные пользователю параметры* (поля основного документа) размещены на странице «Учебные поручения (формирование | параметры)» (рис. 3). На странице «Настройки» (рис. 5) указываются папки для сохранения документов, расположение данных в файле источнике и порядковые номера колонок для загрузки данных на страницу «Распределение» (рис. 2). Колонки разделены на «*обязательные*» и «*до-*

полнительные»: к обязательным колонкам отнесены присутствующие на итоговых документах и использующиеся в расчетных методиках колонки; к дополнительным – другие колонки (файла источника), которые могут быть востребованы (полезны) при *ручной корректировке* данных на грузки профессорско-преподавательского состава кафедры (до формирования рабочих документов).

В модуле не реализован механизм передачи пользователю в режим «1С:Предприятие» возможностей самостоятельной настройки модуля под изменения шаблонов итоговых документов и расчетных методик. Форма реализации этой части пока не сформирована текущими потребностями пользователей.

Разработанный модуль или предложенная архитектура программного решения могут быть использованы как основа для разработки информационной системы «Индивидуальные планы преподавателей». Также возможна доработка модуля (внешней обработки) для автоматизации формирования файла загрузки заведующим кафедрой.

Папка сохранения УП:

Папка сохранения ИП:

Первый лист: Первая строка:

Обязательные колонки	Дополнительные колонки
<input type="text" value="4"/> Факультет группы	<input type="text" value="1"/> Номер
<input type="text" value="6"/> Дисциплина, вид учебной работы	<input type="text" value="3"/> Учебный план
<input type="text" value="8"/> Курс/Семестр или Курс/Сессия	<input type="text" value="5"/> Блок
<input type="text" value="9"/> Группа	<input type="text" value="4"/> Закреплённая кафедра
<input type="text" value="10"/> Кол-во студентов	<input type="text" value="15"/> КСР
<input type="text" value="11"/> Недель	<input type="text" value="16"/> Индивидуальные занятия
<input type="text" value="12"/> Вид занятий	<input type="text" value="17"/> Контрольных работ (заоч)
<input type="text" value="13"/> Часов (на поток, группу, студента)	<input type="text" value="22"/> Номер потока
<input type="text" value="14"/> Вид контроля	<input type="text" value="23"/> Индикатор первой группы потока
<input type="text" value="18"/> Нагрузка аудиторная	
<input type="text" value="19"/> Нагрузка другое	
<input type="text" value="20"/> Нагрузка итого	
<input type="text" value="21"/> Преподаватель	

Рис. 5. Страница «Настройки»

Заключение

В результате проделанной работы была предложена архитектура программного решения (на которую можно ориентироваться) и разработан модуль для формирования учебных поручений преподавателей, внедрение которого позволит избежать ручного ввода и проверки данных, что сократит трудозатраты и время на распределение и учета выполнения нагрузки преподавателями кафедры. Модуль был успешно использован для подготовки рабочих документов на 2022–2023 учебный год.

Список литературы

1. Пьянкова Н.В., Глотина И.М., Наугольных К.В. Перспективы решения задачи автоматизации распределения и учета выполнения учебной нагрузки на кафедре // Пермский аграрный вестник. 2013. № 2 (2). С. 53–55.

2. Каргина Е.Н., Карастоянова А.В., Срабионян С.С., Шеховцова М.А. Аспекты построения учетно-аналитической модели коммерческой организации в системе «1С: Предприятие»: монография. М.: Русайнс, 2016. 152 с.

3. Игнатова О.В., Горбунова О.А., Калугина О.А., Климова И.И., Мирзоева Ф.Р., Прудникова А.А., Цаплина Н.Н., Широких А.Ю., Фролова В.Б., Чернышкова Н.В., Щербакова О.Ю. Трансформация методов обучения студентов в вузах финансово-экономического профиля. М.: Русайнс, 2018. 202 с.

4. Крейдунова В.В., Мунько С.Н. Внедрение подсистемы планирования учебного процесса в вузе // Прикладная математика и фундаментальная информатика. 2016. № 3. С. 171–175.

5. Горский А.В., Фадеева К.Н. Об использовании платформы «1С:Предприятие» для разработки программного модуля формирования учебных поручений в вузе // Новые информационные технологии в образовании: материалы XXIII Международной научно-практической конференции «Технологии 1С для развития образования, мировых и отечественных практик автоматизации бизнеса». Ч. 1. М.: Издательство «1С-Паблишинг», 2023. С. 150–152.

УДК 551.46.07

ИССЛЕДОВАНИЕ ОБЪЕКТОВ, ПРЕДСТАВЛЯЮЩИХ ЭКОЛОГИЧЕСКУЮ УГРОЗУ, В ЗАЛИВЕ ОГА (НОВАЯ ЗЕМЛЯ, КАРСКОЕ МОРЕ)

^{1,2}Римский-Корсаков Н.А., ³Казеннов А.Ю., ³Кикнадзе О.Е.,
¹Пронин А.А., ¹Анисимов И.М., ¹Лесин А.В., ¹Муравья В.О.

¹ФГБУН «Институт океанологии имени П.П. Ширшова» Российской академии наук, Москва;

²ФГБОУ ВО «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана»,
Москва, e-mail: nrk@ocean.ru;

³Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт», Москва,
e-mail: Kazennov_AY@nrcki.ru

В статье приведены некоторые результаты натурных исследований окружающей водной среды заливов восточного побережья Новой Земли в связи с затопленными в этом регионе потенциально опасными объектами, представляющими собой отходы эксплуатации атомного, в том числе ледокольного, флота. В процессе этих исследований использовались телеуправляемые и буксируемые необитаемые подводные аппараты (ТНПА и БНПА), а также гидролокаторы бокового обзора (ГБО), разрабатываемые в ИО РАН. Для детализации информации о состоянии затопленных в 1960-х гг. аварийных объектов и эксплуатационных отходов в заливе Ога был использован глубоководный БНПА «Видеомодуль», включающий систему видео- и фотокамер, высокочастотный ГБО, глубомер, альтиметр, лазерный указатель масштаба, а также вспомогательное оборудование, обеспечивающее функционирование исследовательских систем. Изначально БНПА создавался для исследования глубоководных бентосных организмов и растений и морфологии рельефа океанского дна. Наблюдения в заливе Ога с использованием инструментальных технологий позволили идентифицировать подводные объекты, существование которых было известно лишь по архивным данным. Контроль состояния объектов обеспечивался с помощью гамма-спектрометров серии РЭМ, разработанных в НИЦ «Курчатовский институт».

Ключевые слова: Карское море, Новая Земля, залив Ога, захоронения радиоактивных отходов, экологические угрозы

Исследования проведены в рамках Государственного задания ИО РАН по теме № FMWE-2021-0010. Экспериментальная часть выполнена за счет средств проекта РФФ № 23-17-00156.

ECOLOGICAL HAZARD OBJECTS RESEARCH RESULTS AT OGA BAY (NOVAYA ZEMLYA, KARA SEA)

^{1,2}Rimskiy-Korsakov N.A., ³Kazennov A.Yu., ³Kiknadze O.E.,
¹Pronin A.A., ¹Anisimov I.M., ¹Lesin A.V., ¹Muravya V.O.

¹Shirshov Institute of Oceanology, Russian Academy of Science, Moscow;

²Bauman Moscow State Technical University, Moscow, e-mail: nrk@ocean.ru;

³Kurchatov Institute National Research Center, Moscow, e-mail: Kazennov_AY@nrcki.ru

The article presents some results of field studies of the environmental assessment of the bays of the eastern coast of Novaya Zemlya in connection with potentially dangerous objects flooded in this region, which are the nuclear fleet operation waste products. In the course of these studies, technology was used based on remote-controlled and towed uninhabited underwater vehicles (ROV and UTSI), as well as side-view sonar (SSS) developed at IO RAS. To detail information about the condition of emergency facilities and operational waste flooded in 60 years at Oga bay, a deep-water UTSI "Video Module" was used. It is equipped with video and photo cameras, a high-frequency SSS, a depth gauge, an altimeter, a laser scale pointer, as well as auxiliary equipment that ensures the functioning of research systems. Initially, the UTSI was created to study deep-sea benthic organisms and plants and the morphology of the ocean floor relief. Observations in the Oga bay using instrumental technologies made it possible to identify underwater objects whose existence was known only from archival data. Monitoring of the condition of objects was provided using RAM-family gamma-ray spectrometers developed at the Kurchatov Institute Research Center.

Keywords: Kara Sea, Novaya Zemlya, Oga, radioactive waste hazards, environmental threats

The research was carried out within the framework of the State assignment of the Institute of Oceanology of the Russian Academy of Sciences on topic No. FMWE-2021-0010. The experimental part was carried out at the expense of the Russian Science Foundation project No. 23-17-00156.

С началом широкого развития атомной энергетики в конце 1950-х гг. в мире остро встал проблема утилизации радиоактивных отходов (РАО). Одним из распространенных вариантов утилизации стал сброс

РАО в открытое море. В 1960-х – 1970-х гг. практика затопления радиоактивных отходов в Мировом океане была общепринятой для стран, развивающих использование ядерной энергии.

Советский Союз, а позднее Российская Федерация в 1957–1993 гг. осуществляли сброс РАО в арктических (Баренцево и Карское) и дальневосточных (Японское, Охотское и северо-западная часть Тихого океана) морях. Необходимость захоронения РАО в море была связана в основном с деятельностью Военно-морского флота и морских пароходств, имеющих атомный флот [1, 2].

В Карском море затоплялись твердые радиоактивные отходы (ТРО), атомные реакторы, в том числе с невыгруженными активными зонами – 4 реакторных отсека и экранная сборка атомного ледокола «Ленин», а также атомная подводная лодка (АПЛ) К-27. Затопления осуществлялись в заливах северного и южного островов Новой Земли, а также в Новоземельской впадине.

В 2004 г. экспедицией МЧС на НИС «Профессор Штокман» Института океанологии им. П.П. Ширшова РАН (ИО РАН) [3] с помощью гидролокатора бокового обзора (ГБО) были картированы все основные затопленные здесь объекты и в первую очередь объекты, содержащие невыгруженное ядерное топливо [4]. В этой экспедиции обнаруженным объектам были присвоены порядковые номера, впоследствии утвердившиеся в отчетности МЧС России, ИО РАН и Национального исследовательского центра «Курчатовский Институт» (НИЦ КИ).

На рис. 1 представлена схема залива Ога, который является одним из заливов, насыщенных радиоактивными захоронениями.

Залив Ога – один из наименее изученных заливов архипелага Новая Земля. В разное время на дне залива было захоронено множество объектов. В табл. 1 представлен перечень объектов, затопленных в заливе: металлические контейнеры 1х1х1 м, судно (баржа типа МБСН-378250 – 40,0х9,3х4,1 м) и ТРО без упаковки.

Залив Ога имеет примерные размеры 24х8 км, субмеридиональное простираение и воронкообразную форму, расширяющуюся

к открытому морю [3]. Глубины залива Ога достигают 100 и более метров, превышая в кутовой части 130 м (рис. 1).

В заливе наблюдается значительная вертикальная изменчивость в направлении движения воды, в придонном слое перенос циклонической направленности происходит вдоль изобат. Интенсивность переноса при этом сильно различается, но преимущественно составляет около 5–10 см/с. Полученные результаты подтверждают наличие активного водообмена заливов Новой Земли с прилегающей акваторией Карского моря [5].



Рис. 1. Схема расположения основных элементов захоронения РАО в заливе Ога. Площадь, ограниченная прямоугольником, – район затопления ТРО по архивным данным [1]. Черной точкой обозначено основное место скопления объектов захоронения

Таблица 1

Перечень объектов, затопленных в заливе Ога

№	Наименование объекта	Координаты N/E	
		Широта, гг мм ммм	Долгота, гг мм ммм
Координаты объектов, захороненных в заливе Ога по архивным данным [1]			
2	Съемное оборудование, детали, инструменты, ИСЗ, ветошь и пр.	74°35,02'	59°15,12'
5	Металлическое оборудование, инструмент, помпы, ветошь и пр.	74°35'	59°14'
6	Отходы судоремонта СФ	74°35,05'	59°13,15'
7	Отходы судоремонта СРЗ «Нерпа»	74°35,033'	59°13,02'

На большей части площади дна залива распространены алевропелитовые осадки, на отдельных участках дна встречаются валунно-глыбово-глинистые отложения, вероятно ледникового происхождения. Рельеф дна сложный, расчлененный впадинами и возвышенностями. Поверхность дна осложняется положительными формами рельефа – выходами коренных пород в прибрежных склонах, в основном вокруг островов и в останцах. Относительная высота этих форм может достигать 30 м. На дне имеются также слегка вытянутые положительные формы рельефа относительной высотой до 20 м, размерами в плане от первых сотен метров до 1,5 км, предположительно следы ледниковой экзарации.

Результаты исследования и их обсуждение

Для подтверждения архивных данных и уточнения мест захоронений ТРО в заливе Ога в 64 рейсе НИС «Академик Мстислав Келдыш» (АМК) была выполнена геофизическая гидролокационная съемка. На рис. 2 приведена схема съемки в заливе Ога. Съемка выполнена по сетке долготных галсов в месте наиболее вероятного нахождения (по архивным данным) объектов и элементов захоронения ТРО в виде контейнеров с эксплуатационными отходами атомных реакторов (АЛ), а также отдельных агрегатов и устройств АЛ и АПЛ. Съемка проведена на полигоне в центральной части залива между северной оконечностью острова Промысловый и бухтой Круглая (рис. 1). На рис. 2 представлен маршрут гидролока-

ционной съемки на полигоне, выполненной с помощью гидролокатора бокового обзора «Мезоскан-М» с рабочей частотой 78 кГц.

В результате геофизической гидролокационной съемки были обнаружены скопления объектов, которые можно однозначно идентифицировать как захоронения в виде отдельных объектов (ТРО без упаковки) и контейнеров с ТРО. На схеме (рис. 2) эти объекты обозначены красными точками. Зарегистрированы координаты объектов. Гидролокационное изображение центрального скопления элементов захоронения приведено на рис. 3.

Надо отметить, что это первое подтверждение архивных данных о захоронениях ТРО в заливе Ога. Захоронение обнаружено в зоне, указанной в архивных данных.

Обнаруженные объекты были обследованы визуально вначале с помощью видеосистемы буксируемого необитаемого подводного аппарата (БНПА) «Видеомодуль» [6], а затем с помощью ТНПА «Мираж», оборудованного гамма-спектрометром РЭМ-26 [7].

На рис. 4 приведены кадры видеозаписей, полученных с помощью БНПА «Видеомодуль». Целенаправленное обследование группы затопленных объектов, обнаруженной с помощью гидролокатора бокового обзора (ГБО) в заливе Ога и идентифицированной с помощью видеосъемки БНПА «Видеомодуль» на глубине от 75 до 80 м, было проведено с помощью ТНПА «Мираж». При этом было использовано специальное программно-математическое обеспечение, первоначально созданное для анализа донных сообществ с использованием АНПА «ММТ-3000» [8].

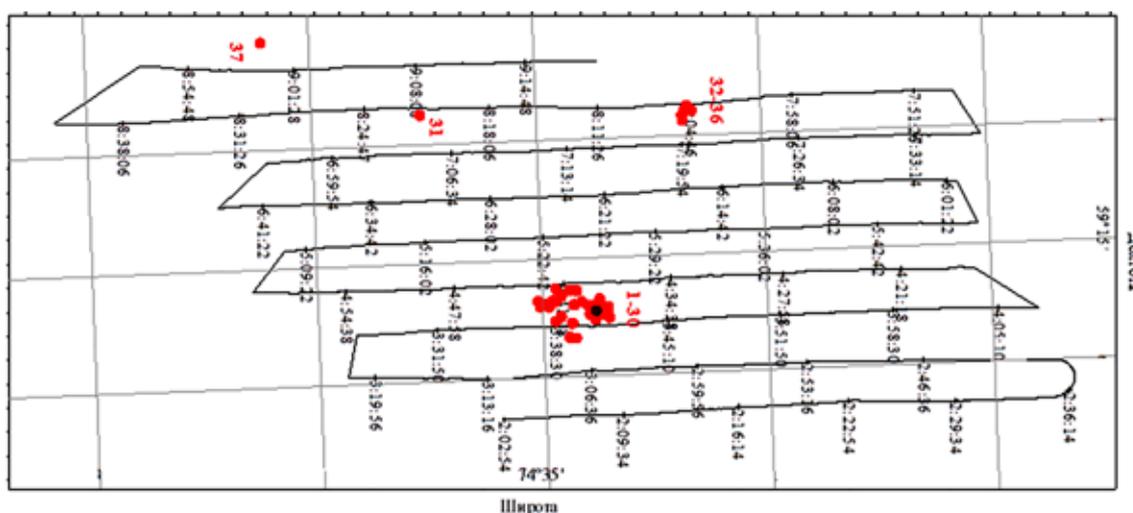


Рис. 2. Результаты геофизической гидролокационной съемки на полигоне Ога. На схеме показан маршрут съемки, места обнаруженных объектов (красные отметки с номерами) – контейнеров с ТРО и отходов эксплуатации АЛ, а также место отбора пробы грунта (черная отметка)

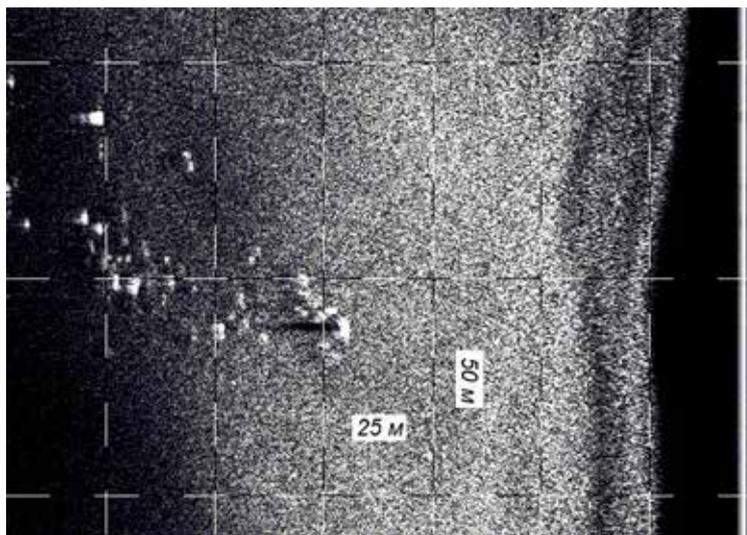


Рис. 3. Гидролокационное изображение основной группы объектов, составляющих комплексное захоронение ТРО в заливе Ога. Изображение получено с помощью гидролокатора бокового обзора «Мезоскан-М» с рабочей частотой 78 кГц, разработки ИО РАН. Шаг сетки графления 25x50 м.



Рис. 4. Видеоизображения подводных объектов – элементов захоронения ТРО, полученные с помощью видеосистемы БНПА «Видеомодуль» в заливе Ога. Слева контейнер, содержащий ТРО. Справа объект ТРО без упаковки – парогенератор

При визуальном осмотре на дне были найдены стандартные металлические контейнеры для ТРО и цилиндрические объекты диаметром ~1 м, напоминающие корпуса парогенераторов ПГ-13 АПЛ I поколения (рис. 4).

Осмотр объектов показал, что они покрыты слоем осадков толщиной от 5 до 20 см, на их поверхности отсутствуют следы явного коррозионного разрушения, обрастание незначительное. Все обнаруженные цилиндрические объекты (всего 6 шт.), похожие на ПГ АПЛ, расположены вертикально со значительным заглублением в донные осадки.

С помощью гамма-спектрометра, размещенного на ТНПА, были выполнены измерения уровней гамма-излучения на поверхности контейнеров. Характерный спектр и вид места измерения приведены на рис. 5.

Регистрация спектров гамма-излучения велась в режиме автономных измерений. Экспозиция единичного спектра была принята равной 50 с, суммарная экспозиция при измерениях на объекте – 150 с. Точки измерения располагались на грунте рядом с контейнером либо на верхней грани. На рис. 5 представлен спектр, зарегистрированный в наиболее показательной точке измерений.

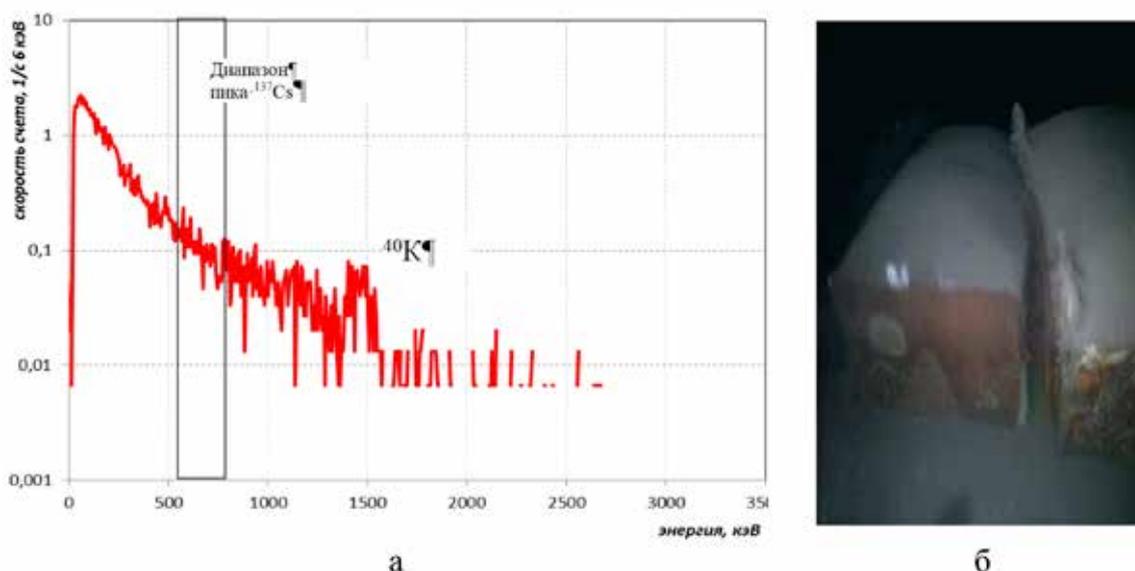


Рис. 5. Спектр гамма-излучения, зарегистрированный на поверхности контейнера в заливе Ога. Длительность измерения 150 с

Таблица 2

Удельная активность радионуклидов в пробах донных осадков, измеренная на станции (рис. 1–3) в точке основного скопления элементов ТРО в заливе Ога

Слой, см	Нуклид								
	Масса, г	A(¹³⁷ Cs), Бк/кг	A(⁴⁰ K), Бк/кг	A(²²⁸ Ac), Бк/кг	A(²¹² Pb), Бк/кг	A(²¹² Bi), Бк/кг	A(²⁰⁸ Tl), Бк/кг	A(²¹⁴ Pb), Бк/кг	A(²¹⁴ Bi), Бк/кг
Перемещенный слой	150,0	5 ± 2	730 ± 110	22 ± 9	40 ± 5	48 ± 13	15 ± 3	31 ± 7	27 ± 5
0–2	121,0	11 ± 3	730 ± 120	<МДА	39 ± 6	55 ± 13	10 ± 3	33 ± 7	33 ± 7
2–4	175,0	4 ± 2	920 ± 110	37 ± 10	47 ± 5	26 ± 8	12 ± 2	32 ± 7	25 ± 5
4–6	153,0	6 ± 2	900 ± 110	34 ± 10	43 ± 5	30 ± 10	12 ± 3	34 ± 8	39 ± 6
6–8	104,2	4 ± 3	620 ± 130	45 ± 14	50 ± 7	67 ± 17	13 ± 4	31 ± 9	16 ± 5

В зарегистрированном спектре отсутствуют следы техногенных радионуклидов (в частности, ¹³⁷Cs и ⁶⁰Co). Уровень гамма-излучения определяется в основном естественным радионуклидом ⁴⁰K.

Всего в воде и грунте района затопления контейнеров гамма-спектрометром было зарегистрировано 35 спектров с экспозицией по 50 с. Ни в одном из этих спектров следов техногенной радиоактивности также не было выявлено. Следует отметить, что осмотр объектов проводился в дрейфе судна, чем и вызвано относительно небольшое время измерений.

В центре захоронений на полигоне в заливе Ога был отобран керн донного грунта с помощью трубки «Неймисто Н-2» диаметром 100 мм. Место отбора обозначено черной отметкой на рис. 2, то есть находится в центре основного скопления элементов захоронения ТРО.

Дозиметрический и спектрометрический контроль проб превышений фона не обнаружил.

Результаты последующего анализа проб в условиях береговой лаборатории приведены в табл. 2.

Заключение

Таким образом, полученные результаты осмотра, измерений, отбора и анализа проб [9] свидетельствуют о минимальном воздействии обнаруженных ППОО на окружающую морскую среду залива Ога.

Список литературы

1. Сивинцев Ю.В., Вакуловский С.М., Васильев А.П., Васильев А.П., Высоцкий В.Л., Губин А.Т., Данилян В.А., Кобзев В.И., Крышев В.И., Лавковский С.А., Мазокин В.А., Никитин А.И., Петров О.И., Пологих Б.Г., Скорик Ю.И. Техногенные радионуклиды в морях, омывающих Россию («Белая книга – 2000»). М.: ИздАТ, 2005. 624 с.
2. Айбулатов Н.А. Экологическое эхо холодной войны в морях Российской Арктики. М.: ГЕОС, 2000. 307 с.
3. Казеннов А.Ю., Нерсесов Б.А., Римский-Корсаков Н.А. Экспедиционные исследования экологии морей Российской Арктики: монография. М.: ФГБНУ «Аналитический центр» Минобрнауки России, 2018. 307 с.
4. Ильин Г.В., Усягина Т.С., Касаткина Н.Е. Современная оценка радиоэкологического состояния среды Карского моря (по данным 2011–2013 гг.) // Экосистема Карского моря – новые данные экспедиционных исследований: материалы научной конференции. М.: АПР, 2015. С. 267–272.
5. Недоспасов А.А., Поярков С.Г. Особенности гидрофизической структуры в заливах южного острова архипелага Новая Земля и их водообмена с акваторией Карского моря // Современные методы и средства океанологических исследований: материалы XVIII международной научно-технической конференции. М.: ИО РАН, 2023. Т. 1. С. 150–154. DOI: 10.29006/978-5-6045110-8-4-2023.
6. Удалов А.А., Анисимов И.М., Муравья В.О., Лесин А.В., Кузьмин В.Ю., Залота А.К., Чикина М.В. Исследования донной фауны в 89 рейсе НИС «Академик Мстислав Келдыш» с использованием БНПА «Видеомодуль» // Современные методы и средства океанологических исследований: материалы XVIII международной научно-технической конференции. М.: ИО РАН, 2023. Т. 1. С. 155–158. DOI: 10.29006/978-5-6045110-8-4-2023.
7. Казеннов А.Ю., Кикнадзе О.Е., Калмыков С.А., Никитин А.О. Применение подводных высокочувствительных гамма-спектрометров при проведении радиационного мониторинга состояния подводных ядерно и радиационно опасных объектов // Современные методы и средства океанологических исследований: материалы XVIII международной научно-технической конференции. М.: ИО РАН, 2023. Т. 1. С. 172–176. DOI: 10.29006/978-5-6045110-8-4-2023.
8. Галкин С.В., Рыбакова Е.И., Боровик А.И., Михайлов Д.Н., Коноплин А.Ю. Исследование донных сообществ Антарктики с использованием автономного необитаемого подводного аппарата «ММТ-3000» // Современные методы и средства океанологических исследований: материалы XVIII международной научно-технической конференции. М.: ИО РАН, 2023. Т. 1. С. 259–262. DOI: 10.29006/978-5-6045110-8-4-2023.
9. Удалов А.А., Веденин А.А., Чава А.И., Шука С.А. Донная фауна залива Ога (Новая Земля, Карское море) // Океанология. 2019. Т. 59. № 6. С. 1028–1038. DOI: 10.31857/S0030-15745961028-1038.

СТАТЬЯ

УДК 544.576:549.88

ВЛИЯНИЕ УЛЬТРАЗВУКА НА СВОЙСТВА УГЛЯ**Камбарова Г.Б., Жоробекова Ш.Ж., Худайбергенова Э.М.***Институт химии и фитотехнологий Национальной академии наук Кыргызской Республики,
Бишкек, e-mail: gulnara_kambarova@mail.ru*

В настоящее время актуальной проблемой является получение целевых продуктов с использованием экологически безопасных технологий переработки угля. К перспективным направлениям переработки угля относится получение сорбентов с использованием ультразвука. В данной статье приводятся результаты исследований по влиянию ультразвука на физико-химические свойства и формирование пористой структуры угля. В качестве сырья для получения углеродных сорбентов можно использовать высокообуглероженный, средней зольности уголь месторождения Мин-Куш. Обработка ультразвуком влияет на элементный состав угля: уменьшается количество углерода и серы, повышается содержание кислорода. Увеличение содержания кислотных групп на поверхности угля и повышение пористости зависят от продолжительности ультразвуковой обработки. Удельная поверхность образцов модифицированного угля увеличивается в 2 раза по сравнению с исходным углем ($374 \text{ m}^2/\text{g}$). При более длительной обработке ультразвуком, в течение 60 мин, количество пор и удельная поверхность уменьшаются. По данным исследования исходный уголь имеет плотную поверхностную структуру. Морфология исходного материала не изменяется. Таким образом, методом активации угля ультразвуком получен сорбент с характерной пористой структурой, рыхлой морфологией поверхности и текстуры.

Ключевые слова: окисление, пористость, свойства, структура, уголь, ультразвук

THE EFFECT OF ULTRASOUND ON THE PROPERTIES OF COAL**Kambarova G.B., Zhorobekova Sh.Zh., Khudaybergenova E.M.***Institute of Chemistry and Phytotechnologies of the National Academy of Sciences of the Kyrgyz Republic,
Bishkek, e-mail: gulnara_kambarova@mail.ru*

Currently, an urgent problem is to obtain targeted products using environmentally friendly coal processing technologies. Promising areas of coal processing include the production of sorbents using ultrasound. This article presents the results of studies on the effect of ultrasound on the physicochemical properties and formation of the porous structure of coal. As a raw material for the production of carbon sorbents, highly carburized, medium-ash coal from the Min-Kush deposit can be used. Sonication affects the elemental composition of coal, reduces the amount of carbon and sulfur, and increases the oxygen content. The increase in the content of acid groups on the surface of the coal and the increase in porosity depends on the duration of the ultrasonic treatment. The specific surface area of modified coal samples increases by 2 times compared to the original coal ($374 \text{ m}^2/\text{g}$). With longer sonication, within 60 min, the number of pores and specific surface area decreases. According to the study, the source coal has a dense surface structure. The morphology of the source material does not change. Thus, by the method of carbon activation by ultrasound, a sorbent with a characteristic porous structure, loose surface morphology and texture was obtained.

Keywords: oxidation, porosity, properties, structure, carbon, ultrasound

В последнее время наибольший интерес для интенсификации различных химических превращений углей и для получения ценных углехимических продуктов представляет использование ультразвука и микроволнового излучения [1]. Ультразвуковое воздействие интенсифицирует процессы массообмена, диспергирования, смешения, растворения, поэтому оно находит применение в процессах очистки сточных вод, измельчения и обогащения минералов, десульфуризации топлива, выщелачивания металлов, обогащения ископаемых углей, нефти и дизельного топлива, а также перспективных водно-угольных суспензий [2].

Ультразвуковые волны могут способствовать массопереносу и ускорению химических реакций в угле и вызывают сильные пузырьковые колебания, которые приводят к разрушению и распространению трещин, играющих важную роль в повышении про-

ницаемости угля [3]. В ультразвуковом поле разрушение угля происходит за счет диспергирования выступающих кромок и острых углов угольных частиц, обладающих небольшой твердостью, в результате чего частицы угля приобретают округлую форму со сглаженной поверхностью [4].

Обработка угля ультразвуком вызывает обогащение его структуры и поверхности различными кислородсодержащими функциональными группами, улучшая их физико-химические свойства. Ультразвуковая активация позволяет изменять структуру пор, размеры и форму частиц, а также влияет на сорбционную активность угля. Развитие и применение ультразвуковых технологий открывает перспективы в создании новых веществ и материалов, в придании известным материалам и средам новых свойств.

В данной работе изучено влияние ультразвука на физико-химические свойства

и формирование пористой структуры угля. Обработанные ультразвуком образцы угля были изучены на адсорбционную способность по отношению к йоду и метиленовому голубому.

Объектом исследования является уголь месторождения Мин-Куш Кавакского бурогольного бассейна. Угли месторождения Мин-Кушской группы плотные, матовые, относятся к группе БЗ. Данные угли используются в качестве энергетического топлива, как химическое сырье они слабо изучены [5, с. 30–40].

Материалы и методы исследования

Технический анализ угля проводили стандартными методами [6, с. 172–177]. Элементный состав угля определяли методом рентгеновского энергодисперсионного анализа. Ультразвуковую обработку угля проводили на ультразвуковой установке BioBase UC – 20 А, при частоте 40 кГц, мощности ультразвука 120 W и температуре 50 °С. Окисление проводили на 20% водную суспензию угля (соотношение Т:Ж – 1:5) и время воздействия ультразвука – 20, 40, 60 мин.

Структуру поверхности угля изучали методом сканирующей электронной микроскопии на приборе TESCAN Vega 3 LMN, оборудованном энерго-дисперсионным рентгеновским микроанализатором Oxford X-ACT с программным обеспечением Oxford AZtec Energy.

Для определения удельной поверхности образцов применялся раствор метиленового голубого (МГ). Время контактирования раствора МГ с полученными сорбентами 30 мин. Массу поглощенного вещества определяли по изменению концентрации адсорбтива в растворе. Адсорбцию метиленового голубого рассчитывали в соответствии со значениями оптической плотности, измеренными фотометрическим методом при длине волны 400 нм [7]. По величине адсорбции, соответствующей горизонтальному участку, определяют удельную поверхность материала [8].

Адсорбционную способность по йоду определяли по ГОСТ 6217-74 прямым титрованием с тиосульфатом натрия, до и после контакта с навеской образца в течение точно заданного времени. Определение адсорбции метиленового голубого проводили фотоколориметрическим методом (ГОСТ 4453-74). Адсорбцию фенола проверяли на модельных растворах (50 мг/л), в которые помещали сорбент, в статических условиях. Для этого в раствор фенола помещали 0,5 г сорбента и встряхивали с малой интенсивностью в течение 60 мин. Затем водный раствор отделяли и определяли остаточное содержание фенола в растворе [9].

Результаты исследования и их обсуждение

В работе был исследован основной пласт угля месторождения Мин-Куш. Проведенный технический анализ угля показал, что по содержанию внешней влаги они относятся к малообводненным углям. Пласты этих углей не подвергались окислению, то есть естественному выветриванию, так как содержание гуминовых кислот в них ниже 5%. Содержание битумов низкое, что говорит о том, что эти угли не пригодны для переработки путем экстракции. Уголь высокообуглероженный, низкосернистый.

Физико-химические свойства нативного и модифицированного угля приведены в табл. 1.

Обработка ультразвуком приводит к уменьшению зольности угля до 3–5%.

Результат ИК-спектроскопического метода показал, что в обработанном ультразвуком угле появляются пики поглощения в области 1445–1400 см⁻¹, характерные для колебания связей в различных кислородсодержащих группах, соответствующих валентным колебаниям -ОН групп и деформационным колебаниям -СОН групп. Полоса поглощения в области 1620 см⁻¹ указывает на ароматический характер углеводородов и характеризует наличие кислородсодержащих групп С=О.

Таблица 1

Физико-химические свойства образцов окисления угля Мин-Куш

Образец	УЗО, мин	W ^a , %	A ^d , %	Плотность образцов, г/см ³		
				насыпная	кажущаяся	истинная
1	–	10,80	12,56	0,771	1,160	0,443
2	20	11,27	3,27	0,642	0,283	0,020
3	40	17,39	5,50	0,500	0,275	0,062
4	60	16,00	4,18	0,622	0,257	0,037

Таблица 2

Содержание кислородсодержащих групп в образцах угля

Образец угля	УЗО, мин	Содержание функциональных групп, мг-экв/г		
		общее количество	карбоксильные	фенольные
1	–	3,22	1,06	2,16
2	20	4,20	1,60	2,60
3	40	4,50	2,00	2,50
4	60	4,90	2,50	2,40

Таблица 3

Текстурные характеристики сорбентов

Образец	УЗО, мин	Удельная поверхность, м ² /г	Объем пор, см ³ /г		
			V _г	W _s	V _{ма}
1	–	374	0,051	0,024	0,027
2	20	744	0,600	0,037	0,563
3	40	770	0,686	0,047	0,639
4	60	595	0,100	0,019	0,081

В процессе ультразвуковой обработки угля на поверхности увеличивается содержание кислотных групп в зависимости от времени УЗО (табл. 2).

Первостепенную роль в выборе адсорбента для решения задачи очистки веществ от различных загрязнителей играет его пористая структура. Пористость угля характеризуется показателями его плотности. Результаты определения пористой структуры показывают, что ультразвуковая обработка угля повышает количество пор. Суммарный объем пор увеличивается почти в 12 раз, сумма микро- и мезопор – в 2 раза, но в полученных образцах преобладают макропоры.

Важной характеристикой адсорбентов является также удельная поверхность – величина поверхности раздела фаз, приходящаяся на единицу массы или объема адсор-

бента. Удельная поверхность образцов угля, обработанных ультразвуком, увеличивается в 2 раза, по сравнению с исходным углем (374 м²/г) (табл. 3).

Обработка ультразвуком угля более 40 мин нецелесообразна, так как количество пор и удельная поверхность при более длительной обработке уменьшаются.

На снимках СЭМ (рис. 1) показано наличие пористой структуры. Образец исходного угля (рис. 1, а) имеет плотную поверхностную структуру. При активации угля ультразвуком (рис. 1, б) получен сорбент с характерной пористой структурой, рыхлой морфологией поверхности и текстуры.

На выделенных участках поверхности образцов установлено массовое (%) содержание элементов углерода, кислорода и серы (рис. 2).

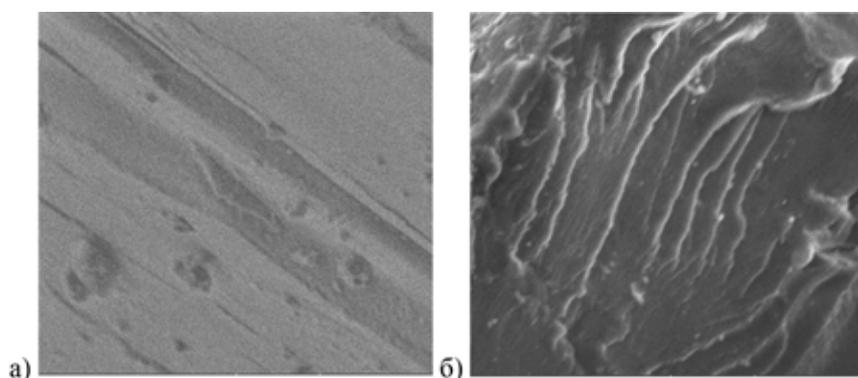


Рис. 1. Микрофотография поверхности угля:
а – нативная форма, б – обработанная ультразвуком

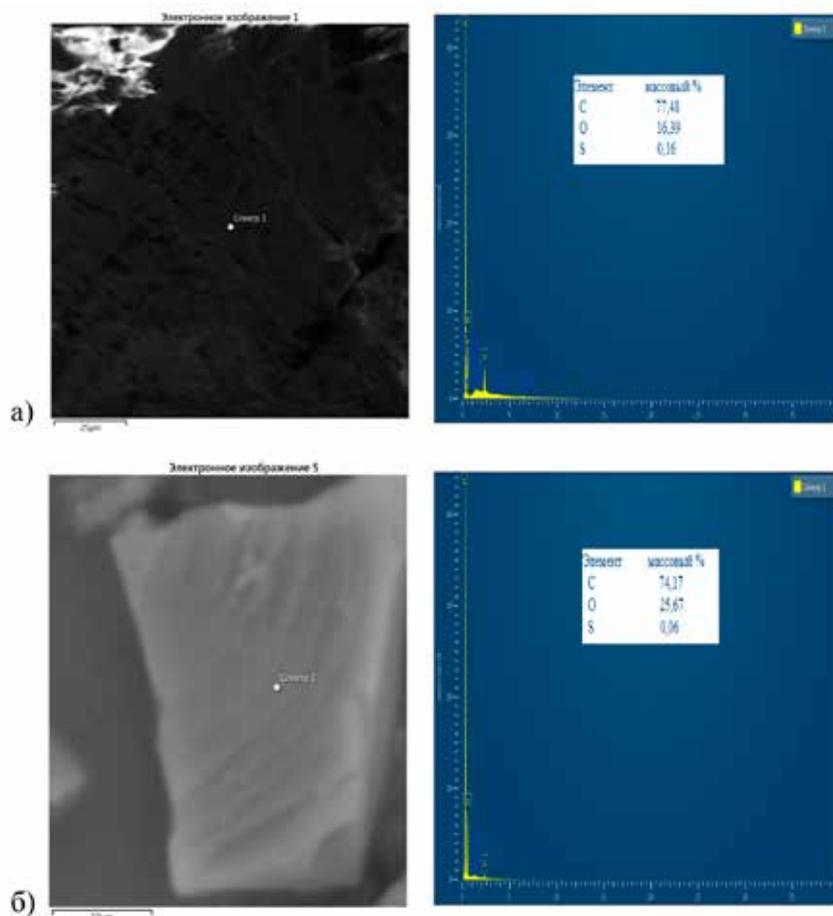


Рис. 2. Элементный состав: а – угля, б – угля, модифицированного ультразвуком

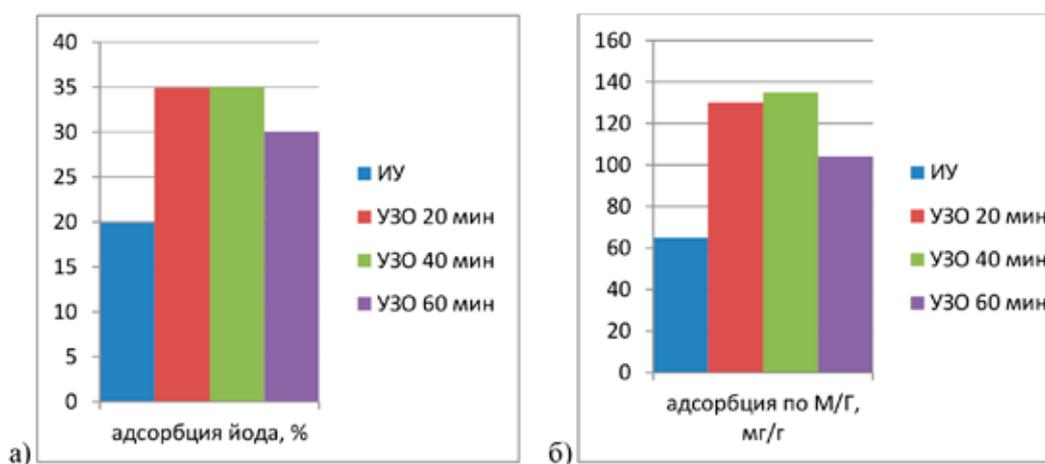


Рис. 3. Адсорбционная активность по йоду (а) и метиленовому голубому (б)

Обработка ультразвуком влияет на элементный состав, уменьшается количество углерода и серы, повышается содержание кислорода вследствие присутствия его в функциональных группах.

Основной характеристикой сорбентов являются адсорбционные свойства, которые зависят от пористой структуры и природы функциональных групп на поверхности сорбента. Обработанные ультразвуком

образцы угля были изучены на адсорбционную способность по отношению к йоду и метиленовому голубому (рис. 3). Адсорбционная способность по йоду характеризует микропористость сорбента, по метиленовому голубому свидетельствует об увеличении объема мезопор в структуре сорбента. При использовании йода в качестве адсорбтива можно установить, что в сорбенте имеются поры диаметром около 1 нм. Адсорбция по метиленовому голубому (МГ) дает представление о поверхности активированного угля, образованного порами с диаметром больше 1,5 нм.

Адсорбционная активность по йоду образцов, обработанных ультразвуком в течение 20–40 мин, достигает 35%, по сравнению с исходным углем активность увеличивается в 1,8 раза. При увеличении времени обработки активность уменьшается, следовательно, дальнейшее увеличение времени ультразвуковой обработки нецелесообразно.

Значение адсорбционной активности по МГ исследуемых образцов в 2 раза превышает активность исходного угля и незначительно увеличивается со временем ультразвуковой обработки.

Данные адсорбционной способности полученных сорбентов по йоду и МГ показывают, что ультразвуковая модификация увеличивает адсорбционную активность в 2 раза по сравнению с исходным углем.

Одной из актуальных задач экологической безопасности является предотвращение попадания фенола и его соединений, являющихся токсичными загрязнителями, в природные объекты. Полученные образцы были изучены как сорбент для удаления фенола из водных растворов. Количество адсорбированного фенола сорбентами, полученными ультразвуковой обработкой угля, вне зависимости от времени обработки увеличивается в 3 раза по сравнению с исходным углем (0,23 мг/г) и достигает 0,78 мг/г. Степень извлечения фенолов из водных растворов сорбентами, полученными ультразвуковой обработкой угля, достигает 77%.

В целом полученные данные свидетельствуют о перспективности использования угля месторождения Мин-Куш в качестве сырьевой базы для получения сорбентов с целью очистки водной среды от различных загрязнителей.

Заключение

Ультразвуковая обработка угля представляет собой перспективный метод для изменения его структуры и свойств, а значит, и для улучшения его сорбционной активности. Дальнейшие исследования в этой области могут привести к разработке более эффективных целенаправленных методов обработки угля.

Список литературы

1. Жакина А.Х., Амирханова А.К., Василец Е.П. и др. Изучение возможности применения ультразвукового и микроволнового облучения для получения сорбентов // Успехи в химии и химической технологии. 2016. Т. XXX. № 1. С. 25–27.
2. Peng Liu, Ang Liu, Fangxiang Zhong, et al. Pore fracture structure and gas permeability alterations induced by ultrasound treatment in coal and its application to enhanced coalbed methane recovery // Journal of Petroleum Science and Engineering. 2021. № 205. P. 1–13.
3. Ikenyiri P.N., Ukpaka C.P. Overview on the effect of particle size on the performance of wood based adsorbent // Journal of Chemical Engineering & Process Technology. 2016. № 7. Vol. 315. DOI: 10.4172/2157-7048.1000315. 200.
4. Mesroghli Sh., Yperman J., Reggers G., et al. Impacts of sonication and post-desulfurization on organic sulfur species by reductive pyrolysis // Fuel. 2016. № 183. P. 258–291.
5. Назарова Н.И., Алыбакова Н.К. Угли Киргизии и состав их гуминовых кислот. Фрунзе: Илим, 1976. 103 с.
6. Августевич И.В., Сидорчук Е.И., Брононец Т.М. Стандартные методы испытания углей. Классификация углей. М.: Реклама мастер, 2018. 576 с.
7. ГОСТ 4453-74. Уголь активный осветляющий древесный порошкообразный. Технические условия. М.: Изд-во стандартов, 2010. С. 24.
8. Павленко В.В. Синтез и использование многофункциональных углеродных наноструктурированных материалов на основе растительной клетчатки: дис. ... докт. философии (PhD). Алматы, 2014. 129 с.
9. Шакирова В.В., Садомцева О.С., Елина В.В. и др. Исследование процессов сорбции фенолов на различных сорбентах // Экологические системы и приборы. 2014. № 1. С. 43–48.