

**Электронный периодический
рецензируемый
научный журнал**

«SCI-ARTICLE.RU»

<http://sci-article.ru>

№127 (март) 2024

СОДЕРЖАНИЕ

РЕДКОЛЛЕГИЯ.....	3
ИВАНОВА НАДЕЖДА ВИТАЛЬЕВНА. ИГРА СВЕТА И ТЕНИ ЧЕРЕЗ BIM-МОДЕЛИРОВАНИЕ В ДЕТСКИХ САДАХ.....	11
САЛАМАТИН ДМИТРИЙ АЛЕКСАНДРОВИЧ. МОДАЛЬНОЕ УПРАВЛЕНИЕ АДАПТИВНОЙ ОПТИЧЕСКОЙ СИСТЕМОЙ, ОСНОВАННОЕ НА АНАЛИЗЕ НИЗКОЧАСТОТНОГО ПРОСТРАНСТВЕННОГО СПЕКТРА ИЗОБРАЖЕНИЯ.....	15
МАЛЬЦЕВ СЕРГЕЙ НИКОЛАЕВИЧ. ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПТРД В НАЧАЛЬНОМ ПЕРИОДЕ ВОВ	22
ГОЛУБЕВ ВЛАДИМИР КОНСТАНТИНОВИЧ. АНАЛИЗ УРАВНЕНИЯ СОСТОЯНИЯ ПРОДУКТОВ ДЕТОНАЦИИ ТКХ-50, ПОЛУЧЕННОГО В ТЕРМОХИМИЧЕСКОМ РАСЧЕТЕ.....	27
ABILOV PULAT MELISOVICH. ОСОБЕННОСТИ, ОЦЕНКА И ЛЕЧЕНИЕ КОРОНАВИРУСА (COVID-19).....	42
ГОРОХОВИК КСЕНИЯ ВИКТОРОВНА. ЗАПАСЫ И ДЕБИТОРСКАЯ ЗАДОЛЖЕННОСТЬ КАК ОБЪЕКТ УПРАВЛЕНИЯ НА МАТЕРИАЛАХ ОАО «СПАРТАК» И СОАО «КОММУНАРКА»	57
БАШАБШЕХ МУРАД МАХМУД. ЭПИДЕМИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КЛЕТОЧНЫХ АВТОМАТОВ	70
БАТЫРОВА НАЗЫГУЛЬ ТУРСЫНХАНОВНА. ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ПУТИ РАЗВИТИЯ ЭКОНОМИКИ ТУРИЗМА И ГОСТЕПРИИМСТВА.....	85

Редколлегия

Агакишиева Тахмина Сулейман кызы. Доктор философии, научный сотрудник Института Философии, Социологии и Права при Национальной Академии Наук Азербайджана, г.Баку.

Агманова Атиркуль Егембердиевна. Доктор филологических наук, профессор кафедры теоретической и прикладной лингвистики Евразийского национального университета им. Л.Н. Гумилева (Республика Казахстан, г. Астана).

Азизова Насиба Бахритдиновна. Доктор философии по философским наукам, доцент, декан факультета Международных образовательных программ, Каршинский государственный университет (Узбекистан).

Александрова Елена Геннадьевна. Доктор филологических наук, преподаватель-методист Омского учебного центра ФПС.

Ахмедова Разият Абдуллаевна. Доктор филологических наук, профессор кафедры литературы народов Дагестана Дагестанского государственного университета.

Барабанов Родион Евгеньевич. Доктор философии психологии (PhD), доцент, с.н.с., преподаватель кафедры психологии и педагогики МАСИ, руководитель Лаборатории экопсихологии ИПИИЮ.

Беззубко Лариса Владимировна. Доктор наук по государственному управлению, кандидат экономических наук, профессор, Донбасская национальная академия строительства и архитектуры.

Бежанидзе Ирина Зурабовна. Доктор химических наук, профессор департамента химии Батумского Государственного университета им. Шота Руставели.

Бублик Николай Александрович. Доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Институт садоводства Национальной академии аграрных наук Украины, г. Киев.

Галкин Александр Федорович. Доктор технических наук, старший научный сотрудник, профессор Национального минерально-сырьевого университета "Горный", г. Санкт-Петербург.

Гафурова Дилфуза Анваровна. Доктор химических наук, доцент, заведующая кафедрой, Национальный Университет Узбекистана.

Головина Татьяна Александровна. Доктор экономических наук, доцент кафедры "Экономика и менеджмент", ФГБОУ ВПО "Государственный университет - учебно-научно-производственный комплекс" г. Орел. Россия.

Громов Владимир Геннадьевич. Доктор юридических наук, профессор кафедры уголовного, экологического права и криминологии ФГБОУ ВО "Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского".

Грошева Надежда Борисовна. Доктор экономических наук, доцент, декан САФ БМБШ ИГУ.

Дегтярь Андрей Олегович. Доктор наук по государственному управлению, кандидат экономических наук, профессор, заведующий кафедрой менеджмента и администрирования Харьковской государственной академии культуры.

Еавстропов Владимир Михайлович. Доктор медицинских наук, профессор кафедры безопасности технологических процессов и производств, Донской государственной технической университет.

Жолдубаева Ажар Куанышбековна. Доктор философских наук, профессор кафедры религиоведения и культурологии факультета философии и политологии Казахского Национального Университета имени аль-Фараби (Казахстан, Алматы).

Жураев Даврон Аслонкулович. Доктор философии по физико-математическим наукам, доцент, Высшее военное авиационное училище республики Узбекистан.

Зейналов Гусейн Гардаш оглы. Доктор философских наук, профессор кафедры философии ФГБОУ ВПО «Мордовский государственный педагогический институт имени М.Е. Евсевьева».

Зинченко Виктор Викторович. Доктор философских наук, профессор, главный научный сотрудник Института высшего образования Национальной академии педагогических наук Украины; профессор Института общества Киевского университета имени Б. Гринченко; профессор, заведующий кафедрой менеджмента Украинского гуманитарного института; руководитель Международной лаборатории образовательных технологий Центра гуманитарного образования Национальной академии наук Украины. Действительный член The Philosophical Pedagogy Association. Действительный член Towarzystwa Pedagogiki Filozoficznej im. Bronisława F.Trentowskiego.

Идиатуллоев Азат Корбангалиевич. Доктор исторических наук, профессор кафедры географии и экологии ФГБОУ ВО "УлГПУ им. И.Н. Ульянова".

Калягин Алексей Николаевич. Доктор медицинских наук, профессор. Заведующий кафедрой пропедевтики внутренних болезней ГБОУ ВПО "Иркутский государственный медицинский университет" Минздрава России, действительный член Академии энциклопедических наук, член-корреспондент Российской академии естествознания, Академии информатизации образования, Балтийской педагогической академии.

Ковалева Светлана Викторовна. Доктор философских наук, профессор кафедры истории и философии Костромского государственного технологического университета.

Коваленко Елена Михайловна. Доктор философских наук, профессор кафедры перевода и ИТЛ, Южный федеральный университет.

Колесникова Галина Ивановна. Доктор философских наук, доцент, член-корреспондент Российской академии естествознания, заслуженный деятель науки и образования, профессор кафедры Гуманитарных дисциплин Таганрожского института управления и экономики.

Колесников Анатолий Сергеевич. Доктор философских наук, профессор Института философии СПбГУ.

Король Дмитрий Михайлович. Доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой пропедевтики ортопедической стоматологии ВДНЗУ "Украинская медицинская стоматологическая академия".

Кузьменко Игорь Николаевич. Доктор философии в области математики и психологии. Генеральный директор ООО "РОСПРОРЫВ".

Кучуков Магомед Мусаевич. Доктор философских наук, профессор, заведующий кафедрой истории, философии и права Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им.В.М. Кокова.

Лаврентьев Владимир Владимирович. Доктор технических наук, доцент, академик РАЕ, МАНОИ, АПСН. Директор, заведующий кафедрой Горячеключевского филиала НОУ ВПО Московской академии предпринимательства при Правительстве Москвы.

Лакота Елена Александровна. Доктор сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник ФГБНУ "НИИСХ Юго-Востока", г. Саратов.

Ланин Борис Александрович. Доктор филологических наук, профессор, заведующий лабораторией ИСМО РАО.

Лахтин Юрий Владимирович. Доктор медицинских наук, доцент кафедры стоматологии и терапевтической стоматологии Харьковской медицинской академии последипломного образования.

Лобанов Игорь Евгеньевич. Доктор технических наук, ведущий научный сотрудник, Московский авиационный институт.

Лучинкина Анжелика Ильинична. Доктор психологических наук, зав. кафедрой психологии Республиканского высшего учебного заведения "Крымский инженерно-педагогический университет".

Луценко Евгений Вениаминович. Доктор экономических наук, кандидат технических наук, профессор кафедры компьютерных технологий и систем ФГБОУ ВО "Кубанский ГАУ им.И.Т.Трубилина", г. Краснодар.

Манцава Майя Михайловна. Доктор медицинских наук, профессор, президент Международного Общества Реологов.

Марков Андрей Кириллович. Доктор экономических наук, ВНИИ фитопатологии, руководитель направления.

Маслихин Александр Витальевич. Доктор философских наук, профессор. Правительство Республики Марий Эл.

Мирзаев Номаз Мирзаевич. Доктор технических наук, ведущий научный сотрудник Научно-инновационного центра информационно-коммуникационных технологий (НИЦ ИКТ) при Ташкентском университете информационных технологий им. Мухаммада Аль-Хоразмий.

Можаев Евгений Евгеньевич. Доктор экономических наук, профессор, директор по научным и образовательным программам Национального агентства по энергосбережению и возобновляемым источникам энергии.

Моторина Валентина Григорьевна. Доктор педагогических наук, профессор, зав. кафедрой математики Харьковского национального педагогического университета им. Г.С. Сковороды.

Набиев Алпаша Алибек. Доктор наук по геоинформатике, старший преподаватель, географический факультет, кафедра физической географии, Бакинский государственный университет.

Надькин Тимофей Дмитриевич. Профессор кафедры отечественной истории и этнологии ФГБОУ ВПО "Мордовский государственный педагогический институт имени М. Е. Евсевьева", доктор исторических наук, доцент (Республика Мордовия, г. Саранск).

Наумов Владимир Аркадьевич. Заведующий кафедрой водных ресурсов и водопользования Калининградского государственного технического университета, доктор технических наук, профессор, кандидат физико-математических наук, член Российской инженерной академии, Российской академии естественных наук.

Орехов Владимир Иванович. Доктор экономических наук, профессор, заведующий кафедрой экономики инноваций ООО "Центр помощи профессиональным организациям".

Ощепкова Юлия Игоревна. Доктор химических наук, заведующий лабораторией ХБиП Института биоорганической химии АН РУз.

Пащенко Владимир Филимонович. Доктор технических наук, профессор, кафедра "Оптимізація технологічних систем імені Т.П. Євсюкова", ХНТУСГ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ МЕХАНОТРОНІКИ І СИСТЕМ МЕНЕДЖМЕНТУ.

Пелецкис Кястутис Чесловович. Доктор социальных наук, профессор экономики Вильнюсского технического университета им. Гедиминаса.

Петров Владислав Олегович. Доктор искусствоведения, доцент ВАК, доцент кафедры теории и истории музыки Астраханской государственной консерватории, член-корреспондент РАЕ.

Походенько-Чудакова Ирина Олеговна. Доктор медицинских наук, профессор. Заведующий кафедрой хирургической стоматологии УО «Белорусский государственный медицинский университет».

Предеус Наталия Владимировна. Доктор экономических наук, доцент, профессор кафедры Саратовского социально-экономического института (филиала) РЭУ им. Г.В. Плеханова.

Пятаева Ольга Алексеевна. Доктор экономических наук, доцент, заместитель директора Центра коммерциализации разработок и трансфера технологий, Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики».

Розыходжаева Гульнора Ахмедовна. Доктор медицинских наук, руководитель клинко-диагностического отдела Центральной клинической больницы №1 Медико-санитарного объединения; доцент кафедры ультразвуковой диагностики Ташкентского института повышения квалификации врачей; член Европейской ассоциации кардиоваскулярной профилактики и реабилитации (EACPR), Европейского общества радиологии (ESR), член Европейского общества атеросклероза (EAS), член рабочих групп атеросклероза и сосудистой биологии („Atherosclerosis and Vascular Biology“), периферического кровообращения („Peripheral Circulation“), электронной кардиологии (e-cardiology) и сердечной недостаточности Европейского общества радиологии (ESC), Ассоциации «Российский доплеровский клуб», Deutsche HerzStiftung.

Сорокопудов Владимир Николаевич. Доктор сельскохозяйственных наук, профессор. ФГАОУ ВПО "Белгородский государственный национальный исследовательский университет".

Супрун Элина Владиславовна. Доктор медицинских наук, профессор кафедры общей фармации и безопасности лекарств Национального фармацевтического университета, г. Харьков, Украина.

Теремецкий Владислав Иванович. Доктор юридических наук, профессор кафедры гражданского права и процесса Харьковского национального университета внутренних дел.

Трошин Александр Сергеевич. Доктор экономических наук, доцент, заведующий кафедрой менеджмента и внешнеэкономической деятельности, ФГБОУ ВО "Белгородский государственный технологический университет имени В.Г. Шухова".

Феофанов Александр Николаевич. Доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВПО МГТУ "СТАНКИН".

Хамраева Сайёра Насимовна. Доктор экономических наук, доцент кафедры экономика, Каршинский инженерно-экономический институт, Узбекистан.

Худойкулов Тулкин Дуствобоевич. Доктор исторических наук, проректор по учебным делам, Шахрисабзский Государственный Педагогический Институт (Узбекистан).

Чернова Ольга Анатольевна. Доктор экономических наук, зав. кафедрой финансов и бухучета Южного федерального университета (филиал в г. Новошахтинске).

Шедько Юрий Николаевич. Доктор экономических наук, профессор кафедры государственного и муниципального управления Финансового университета при Правительстве Российской Федерации.

Шелухин Николай Леонидович . Доктор юридических наук, профессор, заведующий кафедрой права и публичного администрирования Мариупольского государственного университета, г. Мариуполь, Украина.

Шихнебиев Даир Абдулкеримович. Доктор медицинских наук, профессор кафедры госпитальной терапии №3 ГБОУ ВПО "Дагестанская государственная медицинская академия".

Эшкурбонов Фуркат Бозорович. Доктор химических наук, заведующий кафедрой Промышленных технологий Термезского государственного университета (Узбекистан).

Яковенко Наталия Владимировна. Доктор географических наук, профессор, профессор кафедры социально-экономической географии и регионоведения ФГБОУ ВПО "ВГУ".

Абдуллаев Ахмед Маллаевич. Кандидат физико-математических наук, профессор Ташкентского университета информационных технологий.

Акпамбетова Камшат Макпалбаевна. Кандидат географических наук, доцент Карагандинского государственного университета (Республика Казахстан).

Ашмаров Игорь Анатольевич. Кандидат экономических наук, доцент кафедры гуманитарных и социально-экономических дисциплин, Воронежский государственный институт искусств, профессор РАЕ.

Ашрапов Улугбек Товфикович. Кандидат технических наук, старший научный сотрудник Института ядерной физики Академии наук Республики Узбекистан.

Бай Татьяна Владимировна. Кандидат педагогических наук, доцент ФГБОУ ВПО "Южно-Уральский государственный университет" (национальный исследовательский университет).

Бектурова Жанат Базарбаевна. Кандидат филологических наук, доцент Евразийского национального университета им. Л. Н. Гумилева (Республика Казахстан, г.Астана).

Беляева Наталия Владимировна. Кандидат филологических наук, доцент кафедры русского языка, литературы и методики преподавания Школы педагогики Дальневосточного федерального университета.

Бозоров Бахритдин Махаммадиевич. Кандидат биологических наук, доцент, зав.кафедрой "Физиология, генетика и биохимии" Самаркандского государственного университета Узбекистан.

Бойко Наталья Николаевна. Кандидат юридических наук, доцент. Стерлитамакский филиал ФГБОУ ВПО "БашГУ".

Боровой Евгений Михайлович. Кандидат философских наук, доцент, Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики (г. Новосибирск).

Васильев Денис Владимирович. Кандидат биологических наук, профессор, ФГБНУ Всероссийский научно-исследовательский институт радиологии и агроэкологии (г. Обнинск).

Вицентий Александр Владимирович. Кандидат технических наук, научный сотрудник, доцент кафедры информационных систем и технологий, Институт информатики и математического моделирования технологических процессов Кольского НЦ РАН, Кольский филиал ПетрГУ.

Гайдученко Юрий Сергеевич. Кандидат ветеринарных наук, доцент кафедры анатомии, гистологии, физиологии и патологической анатомии ФГБОУ ВПО "Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина".

Гресь Сергей Михайлович. Кандидат исторических наук, доцент, Учреждение образования "Гродненский государственный медицинский университет", Республика Беларусь.

Джумагалиева Куляш Валитхановна. Кандидат исторических наук, доцент Казахской инженерно-технической академии, г.Астана, профессор Российской академии естествознания.

Егорова Олеся Ивановна. Кандидат филологических наук, старший преподаватель кафедры теории и практики перевода Сумского государственного университета (г. Сумы, Украина).

Ермакова Елена Владимировна. Кандидат педагогических наук, доцент, Ишимский государственный педагогический институт.

Жерновникова Оксана Анатольевна. Кандидат педагогических наук, доцент, Харьковский национальный педагогический университет имени Г.С. Сковороды.

Жохова Елена Владимировна. Кандидат фармацевтических наук, доцент кафедры фармакогнозии Государственного Бюджетного Образовательного Учреждения Высшего Профессионального Образования "Санкт-Петербургская государственная химико-фармацевтическая академия".

Закирова Оксана Вячеславовна. Кандидат филологических наук, доцент кафедры русского языка и контрастивного языкознания Елабужского института Казанского (Приволжского) федерального университета.

Ивашина Татьяна Михайловна. Кандидат филологических наук, доцент кафедры германской филологии Киевского Международного университета (Киев, Украина).

Искендерова Сабира Джафар кызы. Кандидат философских наук, старший научный сотрудник Национальной Академии Наук Азербайджана, г. Баку. Институт Философии, Социологии и Права.

Карякин Дмитрий Владимирович. Кандидат технических наук, специальность 05.12.13 - системы, сети и устройства телекоммуникаций. Старший системный инженер компании Juniper Networks.

Катков Юрий Николаевич. Кандидат экономических наук, доцент кафедры бухгалтерского учета и налогообложения Брянского государственного университета имени академика И.Г. Петровского.

Кебалова Любовь Александровна. Кандидат педагогических наук, старший преподаватель кафедры геоэкологии и устойчивого развития Северо-Осетинского государственного университета имени К.Л. Хетагурова (Владикавказ).

Климук Владимир Владимирович. Кандидат экономических наук, ассоциированный профессор Региональной Академии менеджмента. Начальник учебно-методического отдела, доцент кафедры экономики и организации производства, Учреждение образования "Барановичский государственный университет".

Кобланов Жоламан Таубаевич. Ассоциированный профессор, кандидат филологических наук. Профессор кафедры казахского языка и литературы Каспийского государственного университета технологии и инжиниринга имени Шахмардана Есенова.

Ковбан Андрей Владимирович. Кандидат юридических наук, доцент кафедры административного и уголовного права, Одесская национальная морская академия, Украина.

Кольцова Ирина Владимировна. Кандидат психологических наук, старший преподаватель кафедры психологии, ГБОУ ВО "Ставропольский государственный педагогический институт" (г. Ставрополь).

Короткова Надежда Владимировна. Кандидат педагогических наук, доцент кафедры русского языка ФГБОУ ВПО "Липецкий государственный педагогический институт".

Кузнецова Ирина Павловна. Кандидат социологических наук. Докторант Санкт-Петербургского Университета, социологического факультета, член Российского общества социологов - РОС, член Европейской Социологической Ассоциации -ESA.

Кузьмина Татьяна Ивановна. Кандидат психологических наук, доцент кафедры общей психологии ГБОУ ВПО "Московский городской психолого-педагогический университет", доцент кафедры специальной психологии и коррекционной педагогики НОУ ВПО "Московский психолого-социальный университет", член Международного общества по изучению развития поведения (ISSBD).

Левкин Григорий Григорьевич. Кандидат ветеринарных наук, доцент ФГБОУ ВПО "Омский государственный университет путей сообщения".

Лушников Александр Александрович. Кандидат исторических наук, член Международной Ассоциации славянских, восточноевропейских и евразийских исследований. Место работы: Центр технологического обучения г.Пензы, методист.

Мелкадзе Нанули Самсоновна. Кандидат филологических наук, доцент, преподаватель департамента славистики Кутаисского государственного университета.

Назарова Ольга Петровна. Кандидат технических наук, доцент кафедры Высшей математики и физики Таврического государственного агротехнологического университета (г. Мелитополь, Украина).

Назмутдинов Ризабек Агзамович. Кандидат психологических наук, доцент кафедры психологии, Костанайский государственный педагогический институт.

Насимов Мурат Орленбаевич. Кандидат политических наук. Проректор по воспитательной работе и международным связям университета "Болашак".

Непомнящая Наталья Васильевна. Кандидат экономических наук, доцент кафедры бухгалтерского учета и статистики, Сибирский федеральный университет.

Олейник Татьяна Алексеевна. Кандидат педагогических наук, доцент, профессор кафедры ИТ Харьковского национального педагогического университета имени Г.С.Сковороды.

Орехова Татьяна Романовна. Кандидат экономических наук, заведующий кафедрой управления инновациями в реальном секторе экономики ООО "Центр помощи профессиональным организациям".

Остапенко Ольга Валериевна. Кандидат медицинских наук, старший преподаватель кафедры гистологии и эмбриологии Национального медицинского университета имени А.А. Богомольца (Киев, Украина).

Поляков Евгений Михайлович. Кандидат политических наук, преподаватель кафедры социологии и политологии ВГУ (Воронеж); Научный сотрудник (стажер-исследователь) Института перспективных гуманитарных исследований и технологий при МГУ (Москва).

Попова Юлия Михайловна. Кандидат экономических наук, доцент кафедры международной экономики и маркетинга Полтавского национального технического университета им. Ю. Кондратюка.

Рамазанов Сайгим Манапович. Кандидат экономических наук, профессор, главный эксперт ОАО «РусГидро», ведущий научный сотрудник, член-корреспондент Российской академии естественных наук.

Рибцун Юлия Валентиновна. Кандидат педагогических наук, старший научный сотрудник лаборатории логопедии Института специальной педагогики Национальной академии педагогических наук Украины.

Сазонов Сергей Юрьевич. Кандидат технических наук, доцент кафедры Информационных систем и технологий ФГБОУ ВПО "Юго-Западный государственный университет".

Саметова Фаузия Толеушайховна. Кандидат филологических наук, профессор, проректор по воспитательной работе Академии Кайнар (Республика Казахстан, город Алматы).

Сафронов Николай Степанович. Кандидат экономических наук, действительный член РАЕН, заместитель Председателя отделения "Ресурсосбережение и возобновляемая энергетика". Генеральный директор Национального агентства по энергосбережению и возобновляемым источникам энергии, заместитель Председателя Подкомитета по энергоэффективности и возобновляемой энергетике Комитета по энергетической политике и энергоэффективности Российского союза промышленников и предпринимателей, сопредседатель Международной конфедерации неправительственных организаций с области ресурсосбережения, возобновляемой энергетике и устойчивого развития, ведущий научный сотрудник.

Середа Евгения Витальевна. Кандидат филологических наук, старший преподаватель Военной Академии МО РФ.

Слизкова Елена Владимировна. Кандидат педагогических наук, доцент кафедры социальной педагогики и педагогики детства ФГБОУ ВПО "Ишимский государственный педагогический институт им. П.П. Ершова".

Смирнова Юлия Георгиевна. Кандидат педагогических наук, ассоциированный профессор (доцент) Алматинского университета энергетике и связи.

Франчук Татьяна Иосифовна. Кандидат педагогических наук, доцент, Каменец-Подольский национальный университет имени Ивана Огиенка.

Церцвадзе Мзия Гилаевна. Кандидат филологических наук, профессор, Государственный университет им. А. Церетели (Грузия, Кутаиси).

Чернышова Эльвира Петровна. Кандидат философских наук, доцент кафедры искусствovedения и педагогики искусства института художественного образования, ФГБОУ ВО «Российский государственный педагогический университет им. А.И. Герцена», г. Санкт-Петербург.

Шамутдинов Айдар Харисович. Кандидат технических наук, доцент кафедры Омского автобронетанкового инженерного института.

Шангина Елена Игоревна. Кандидат технических наук, доктор педагогических наук, профессор, Зав. кафедрой Уральского государственного горного университета.

Шапауов Алиби Кабыкенович. Кандидат филологических наук, профессор. Казахстан. г.Кокшетау. Кокшетауский государственный университет имени Ш. Уалиханова.

Шаргородская Наталья Леонидовна. Кандидат наук по госуправлению, помощник заместителя председателя Одесского областного совета.

Шафиров Валерий Геннадьевич. Кандидат юридических наук, профессор кафедры Аграрных отношений и кадрового обеспечения АПК, Врио ректора ФГБОУ ДПО «Российская академия кадрового обеспечения агропромышленного комплекса».

Шошин Сергей Владимирович. Кандидат юридических наук, доцент кафедры уголовного, экологического права и криминологии юридического факультета Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского».

Яковлев Владимир Вячеславович. Кандидат педагогических наук, профессор Российской Академии Естествознания, почетный доктор наук (DOCTOR OF SCIENCE, HONORIS CAUSA).

АРХИТЕКТУРА

ИГРА СВЕТА И ТЕНИ ЧЕРЕЗ BIM-МОДЕЛИРОВАНИЕ В ДЕТСКИХ САДАХ

Иванова Надежда Витальевна

Тамбовский Государственный Технический Университет
студент, бакалавр

*Долженкова Марина Валентиновна, доцент кафедры «Архитектура и
градостроительство», Тамбовский государственный технический
университет*

Ключевые слова: BIM-моделирование; освещение; детский сад; луч; свет; тень

Keywords: BIM modeling; lighting; kindergarten; beam; light; shadow

Аннотация: В данной статье рассматривается важная тема о создании благоприятной среды для детей в детском саду с помощью современных возможностей информационных модулирований зданий. Автор подчеркивает важность света и тени и освещении в целом в развитии детей и их психологическом состоянии. В статье даются понятия о видах освещении и их влиянии в помещении для ребенка. Также приводится практический совет по архитектурно-планировочной структуре детского сада, использовании визуального модулирования, чтобы максимально использовать свет и тень. Автор стремится показать, как можно и нужно создавать благоприятную среду для развития детей.

Abstract: This article discusses an important topic about creating a favorable environment for children in kindergarten with the help of modern information modulations of buildings. The author emphasizes the importance of light and shadow and lighting in general in the development of children and their psychological state. The article gives concepts about the types of lighting and their effect in a room for a child. It also provides practical advice on the architectural and planning structure of the kindergarten, the use of visual modulation to maximize the use of light and shadow. The author strives to show how it is possible and necessary to create a favorable environment for the development of children.

УДК 725.57

Введение. Детский сад - это тип учреждения для детей дошкольного возраста, который входит в список дошкольных образовательных организаций. Это место, где ребенок проводит большую часть своего времени в раннем детстве. Создание комфортной и безопасной среды является одним из основным фактором развития и благополучия ребенка. Основной аспект, который следует учитывать при планировании и организации детских садов, является правильное освещение пространства [1].

Актуальность работы состоит в том, что Информационное моделирование зданий (Building Information Modeling, BIM) представляет собой уникальную единую базу

данных о здании, управляемую с помощью одной из многих компьютерных программ. BIM — это совершенно подход к созданию проекта.

Цель работы прежде всего, заключается в разработке объемно планировочной системы с использованием единой, информационной 3D-модели проектируемого здания, например дошкольного учреждения [2].

Научная новизна: в связи с постоянным развитием программ для моделирования, проведен анализ использования BIM-технологий для построения комфортной среды дошкольного учреждения.

При проектировании и организации детских садов необходимо учитывать требования нормативных документов, таких как Санитарные правила и нормы (СанПиН 2. 1278-03, где приводятся требования к освещению в жилых и общественных зданиях) и Строительные нормы и правила (СП 52. 2016, где отражены все основные требования к естественному и искусственному освещению), чтобы создать оптимальные условия освещения [3-4].

Естественное освещение, несомненно, способствует благополучию и формированию детей. Естественный солнечный свет обогащает воздух кислородом и способствует синтезу витамина D в организме. Это создает приятную атмосферу, способствующая улучшению настроения и эмоционального благополучия. Поэтому детские сады должны стремиться максимально использовать его, предоставляя достаточное количество окон и штор, которые бы позволяли регулировать интенсивность света.

Но естественного освещения недостаточно в большинстве регионах России, особенно зимой. В этих случаях требуется дополнительное искусственное освещение, обеспечивающее достаточную яркость и равномерное распределение света. При его выборе необходимо учитывать всевозможные факторы: тип и цвет светильников, яркость, уровень насыщенности и освещенности. Желательно использовать светодиодные лампы, которые имеют яркое и удобное освещение, не нагреваются, предоставляют длительный срок службы.

Однако, помимо выбора типа освещения в помещениях, при проектировании детских садов также стоит учитывать дизайн и объемно-планировочные решения пространства. Правильное расположение окон, светильников и мебели, что позволяет добиться оптимального освещения в любом помещении здания.

Эстетическая ценность архитектурной среды для дошкольного образования, как правило, определяется свойствами ее компонентов, способных вызывать позитивную зрительную реакцию у воспитанников путем привлечения внимания, интереса, творческого мышления и воображения во время пребывания в детском саду. Это достигается за счет нетрадиционных объемно-планировочных решений и активного применения декоративных красочных элементов [5].

Так, например, устройство эксплуатируемых крыш, использование кровель, плавно переходящих в плоскость земли, пандусов, спусков значительно повышает качественные характеристики архитектурной среды, поскольку служит прекрасной зоной для игр в летнее время, сберегая внутреннее пространство здания от перегрева, и является идеальной площадкой для проведения зимних прогулок [6].

Навесы являются важным элементом, который можно использовать для рационального использования естественного света в детских садах. Навесы и свесы — это выступающие части крыши здания, которые создают тень и защищают ее от прямых солнечных лучей. Они могут быть разных форм и размеров, в зависимости от условий конкретной детской. Они выполняют следующие функции, связанные с освещением: они помогают рассеивать свет и создавать равномерное освещение в комнате, предотвращая попадание прямых солнечных лучей в глаза. Это особенно важно для защиты детей от яркого света, который может негативно повлиять на зрение.

Во-вторых, с его помощью можно создать интересную игру света и тени в игровой. Игра является важным аспектом формирования каждого ребенка. Нужно создать уникальную атмосферу, которая способствует развитию и воображению. Использование перфорированных материалов для навесов создает потрясающие и незатейливые узоры света и тени на полу или стенах, которые могут быть источником вдохновения и игрушками для детей.

Результат В курсовой работе по архитектурному проектированию был создан детский сад (рис. 1,2) с использованием BIM-технологий, в котором были воплощены идеи круглых отверстий в длинном объеме свеса. Это показало интересный результат, который виден на 3D-виде (рис. 3). Получилось провести интересные эксперименты с естественным освещением и изменением его в разное время суток благодаря моделированию.



Рис. 1. Фасад Детского сада

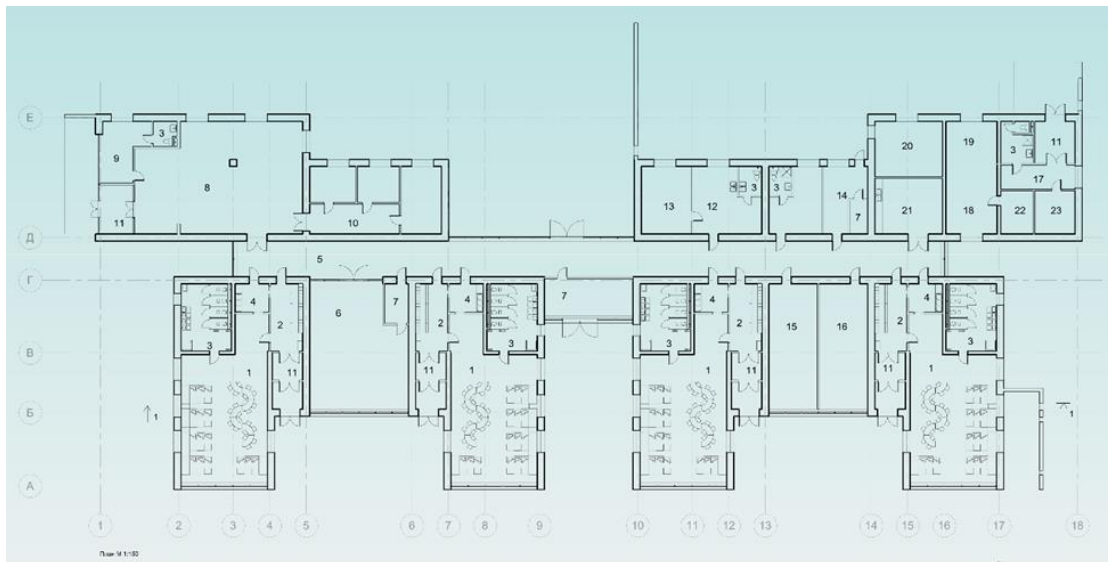


Рис. 2. План Детского сада



Рис. 3. 3D-вид Детского сада

Кроме того, свесы крыши могут обеспечить защиту от атмосферных осадков: дождь или снег. Они позволяют детям оставаться на улице даже в плохую погоду. Это особенно важно для обеспечения возможностей для физической активности и игр на открытом воздухе, а также в изменчивых погодных условиях.

Заключение В целом, естественное и искусственное освещение играет важную роль в создании комфортной и безопасной среды для детей в детских садах. Правильное использование их комбинаций с учетом BIM-технологий и дизайнерских решений пространства, способствующее здоровью и развитию детей. Следует уделить должное внимание освещению, чтобы обеспечить благоприятные условия для роста и формирования каждого ребенка.

Литература:

1. Дмитрий Петров Освещение в детском саду: главные требования и нормы / Дмитрий Петров [Электронный ресурс] // ksosvet.ru : [сайт]. — URL: <https://ksosvet.ru/blog/normy-osveshcheniya-v-detskom-sadu-po-sanpin-i-sp/> (дата обращения: 25.12.2023).
2. Аленин Илья Эдуардович, Дубровский Алексей Викторович, Талапов Владимир Васильевич BIM ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОПТИМАЛЬНОЙ ИНСОЛЯЦИИ ПОМЕЩЕНИЙ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ИХ ИНВЕСТИЦИОННОЙ ПРИВЛЕКАТЕЛЬНОСТИ // Интерэкспо Гео-Сибирь. 2020. №2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/bim-proektirovanie-optimalnoy-insolyatsii-pomescheniy-dlya-povysheniya-ih-investitsionnoy-privlekatelnosti> (дата обращения: 26.12.2023).

3. СанПиН 2. 1278-03 Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий / СанПиН 2. 1278-03 [Электронный ресурс] // ledit.ru : [сайт]. — URL: https://www.ledit.ru/pdf/SanPiN_221_111278_03.pdf (дата обращения: 25.12.2023).
4. Свод правил СП 52.13330.2016 "Естественное и искусственное освещение" / Свод правил СП 52.13330.2016 [Электронный ресурс] // midural.ru: [сайт]. — URL: https://energy.midural.ru/images/Upload/2017/101/SPEIO_07.11.2016_777.pdf (дата обращения: 25.12.2023).
5. Ламехова Н.В. Функционально-планировочная структура зданий для дошкольного образования. Академический вестник УралНИИ- проект РААСН. 2011; (3): 53-9.
6. Харченко Л.Н. Современные тенденции в проектировании детских дошкольных учреждений. В кн.: Градостроительство, архитектура, искусство и дизайн: тезисы докладов Международной научно- практической конференции (6-9 октября 2009 г.). Ростов-на-Дону; 2009

ФИЗИКА

МОДАЛЬНОЕ УПРАВЛЕНИЕ АДАПТИВНОЙ ОПТИЧЕСКОЙ СИСТЕМОЙ, ОСНОВАННОЕ НА АНАЛИЗЕ НИЗКОЧАСТОТНОГО ПРОСТРАНСТВЕННОГО СПЕКТРА ИЗОБРАЖЕНИЯ

Саламатин Дмитрий Александрович

Филиал Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова в г.
Сарове
Магистр

***Шнягин Роман Анатольевич, кандидат физико-математических наук,
научный консультант, филиал МГУ им. М.В. Ломоносова в г. Сарове***

Ключевые слова: адаптивная оптическая система; модальный алгоритм; собственные моды адаптивного зеркала; aberrации излучения; пространственный спектр

Keywords: adaptive optical system; modal algorithm; adaptive mirror modes; wavefront aberrations; spatial spectrum

Аннотация: Проведено расчетно-теоретическое исследование работы модального алгоритма в рамках задачи коррекции фазовых aberrаций некогерентного источника адаптивным зеркалом. Датчик волнового фронта в предложенном методе используется только для измерения функций отклика адаптивного зеркала. В качестве целевой функции алгоритма рассматривалась спектральная мощность изображения в низкочастотной области пространственного спектра. Установлено, что в результате модальной коррекции возможно уменьшение величины параметра

RMS для aberrаций с начального значения 10 радиан до величины 0,17 радиан за 111 итераций алгоритма.

Abstract: A computational and theoretical study of the modal algorithm is carried out in the task of correcting phase aberrations of an incoherent source by an adaptive mirror. The wavefront sensor in the proposed method is used only to measure the influence functions of an adaptive mirror. The spectral power of the image in the low-frequency region of the spatial spectrum was considered as the metric function of the algorithm. It was found that it is possible to reduce the value of the parameter RMS for aberrations from an initial value of 10 radians to a value of 0.17 radians in 111 iterations of the modal algorithm.

УДК 535.8

Введение:

Адаптивные оптические системы (АОС) используются во множестве прикладных задач лазерной физики, таких как термоядерный синтез с инерционным удержанием [1,2], микроскопия [3,4], оптическое слежение [5], лазерная связь в свободном пространстве [6] и т.д. При всем разнообразии АОС их можно классифицировать на два класса: системы фазового сопряжения и системы апертурного зондирования. Для работы первых необходим датчик волнового фронта (ДВФ) для измерения локальных градиентов волнового фронта корректируемого излучения. Для работы систем апертурного зондирования ДВФ не используется, а их эффективность в значительной степени зависит от алгоритмов управления АОС. На данный момент существует множество подходов для управления АОС: различные реализации алгоритмов стохастического параллельного градиентного спуска [7,8], имитационный отжиг (SA) [9], генетический алгоритм (GA) [10], метод доверительной области [11] и т.д. При всем разнообразии таких алгоритмов возникает проблема поиска самого быстрого эффективного метода коррекции.

Цель работы:

Расчетно-теоретическое исследование работы адаптивной системы под управлением предложенного алгоритма в рамках задачи коррекции фазовых aberrаций некогерентного источника.

Научная новизна:

Предлагаемый алгоритм может быть использован для управления АОС мощных импульсных лазерных установок.

Задачи:

- Разработать численную модель коррекции фазовых aberrаций от некогерентного источника адаптивным зеркалом.
- Численно исследовать модальный метод управления адаптивным зеркалом, основанный на анализе низкочастотного пространственного спектра изображения.
- Провести сравнение расчетных результатов и сделать выводы.

Основная часть:

Принципиальная схема адаптивной оптической системы (АОС) представлена на рисунке 1. Некогерентное излучение с исходными фазовыми аберрациями отражается от адаптивного зеркала 1. Далее делителем пучка 2 часть сигнала отводится на линзу 3, фокусирующую излучение на датчик 4, который производит измерение параметра, характеризующую оптическое качество излучения – целевую функцию. Подключенный к схеме ПК 5 связан с блоком управления адаптивным зеркалом 6 и производит обработку сигнала с датчика 4. На основе результатов обработки управляющий алгоритм адаптивной системы принимает решение об изменении формы отражающей поверхности адаптивного зеркала. Суть работы подобной системы заключается в максимизации целевой функции – в таком случае волновой фронт корректируемого излучения становится максимально приближен к плоскому.

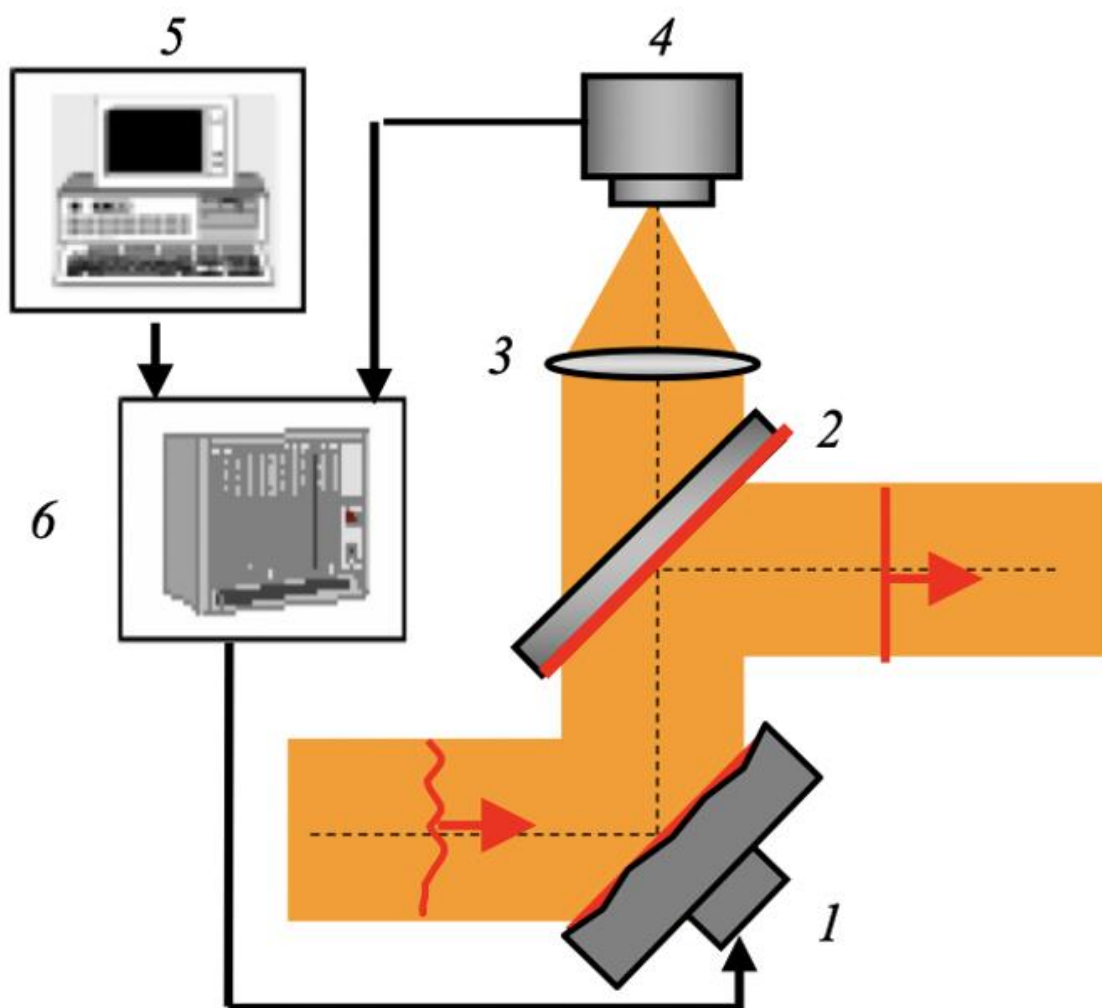


Рисунок 1. Схема адаптивной оптической системы

При численном моделировании в качестве адаптивного элемента системы использовалось 37-канальное круглое адаптивное зеркало. Схема расположения актюаторов и положение пучка на зеркале (область с пунктирным контуром) представлены на рисунке 2. Диаметр адаптивного зеркала 15 см, упаковка толкателей – гексагональная, расстояние между соседними толкателями по

горизонтали – 2 см, по вертикали – 1,7 см. Данное адаптивное зеркало использовалось в качестве примера в расчетно-теоретическом исследовании работы модального алгоритма без привязки к какой-либо реальной адаптивной системе.

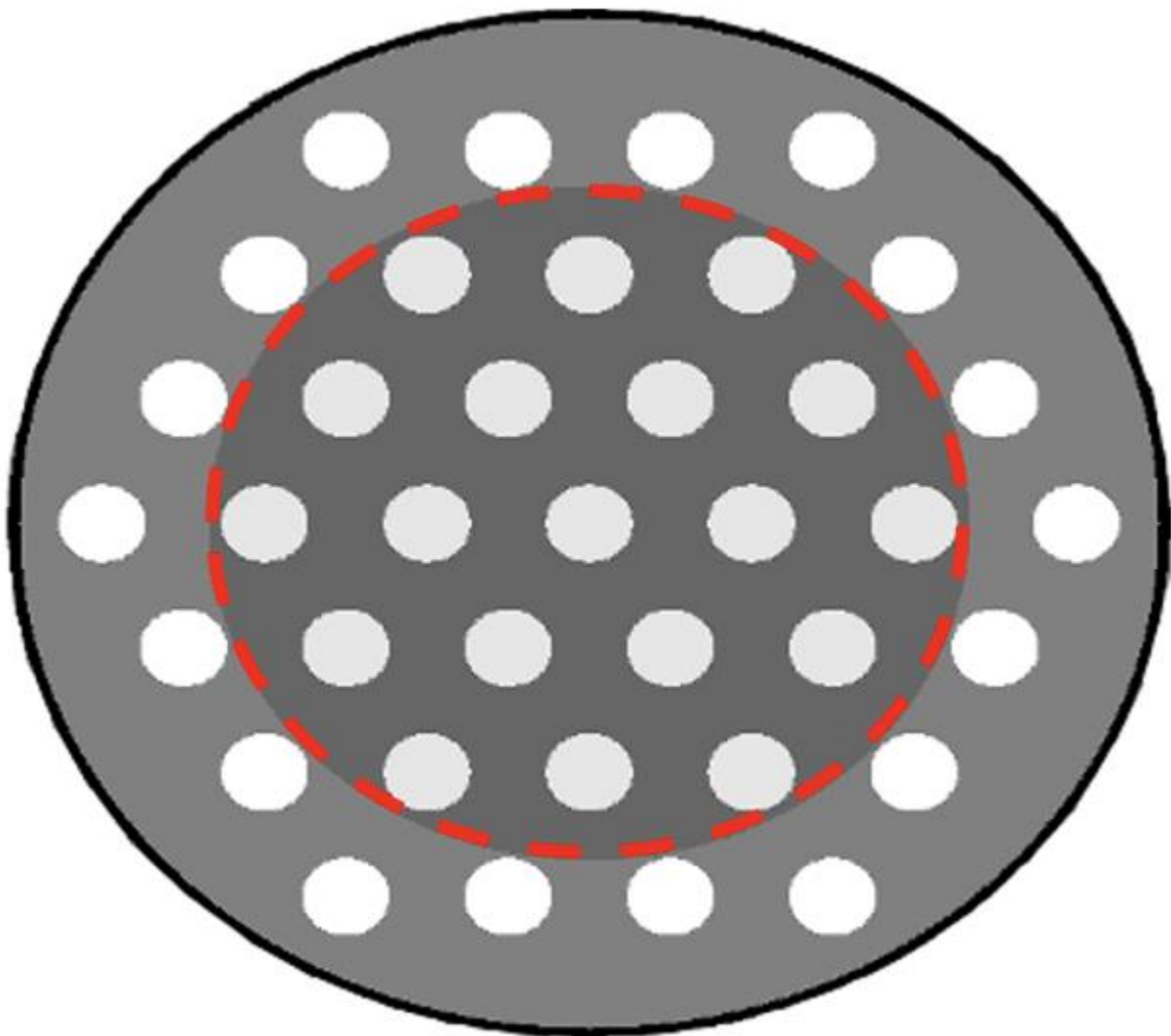


Рисунок 2. Адаптивное зеркало

В качестве функций отклика актюаторов адаптивного зеркала использовались функции Гаусса $h \sim \exp[-r^2/d^2]$ с параметром $d=1,03$ см. Динамический диапазон толкателей при численном моделировании не учитывался.

В ходе коррекции фазовых aberrаций адаптивное зеркало может воспроизводить сопряженную к корректируемому волновому фронту поверхность, как через суперпозицию функции отклика своих актюаторов, так и через суперпозицию различных математических полиномов. Вопрос каким из двух способов производить восстановление волнового фронта зависит от характера aberrаций. Например, если aberrации при моделировании изначально задаются, как полиномы Цернике, тогда и вариант работы адаптивного зеркала, при котором оно воспроизводит эти полиномы будет наиболее предпочтителен. Но в случае адаптивного зеркала с малым числом толкателей, воспроизводство актюаторами мод Цернике или Лукоза для дальнейшей

коррекции неэффективно вследствие сильного отклонения получаемых мод от их аналитического представления. Данные ошибки будут накапливаться в ходе коррекции на каждой ее итерации. Данная проблема воспроизводства поверхностью зеркала различных полиномов обсуждается в работе [12], в которой предлагается использование так называемых «собственных мод» адаптивных зеркал с малым числом толкателей. Собственными модами адаптивного зеркала называются такие аналитические функции, которые получаются из функций отклика актюаторов посредством сингулярного разложения SVD (singular value decomposition). Каждое адаптивное зеркало характеризуется своим уникальным набором собственных мод, который зависит от функций отклика актюаторов, геометрии их расположения, расстояния между ними и т.д. На рисунке 3 представлены первые 14 собственных мод 37-канального адаптивного зеркала, полученные по алгоритму SVD из работы [12]:

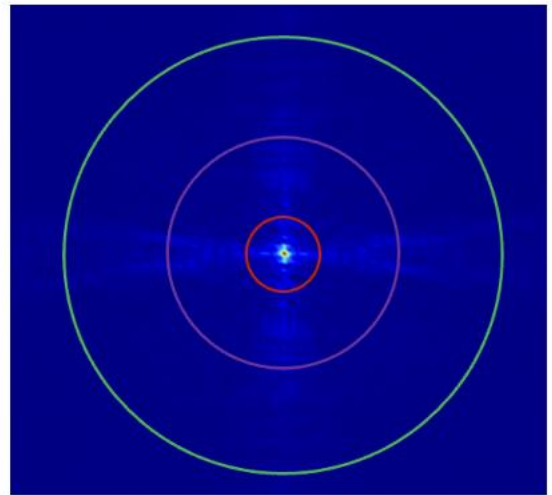
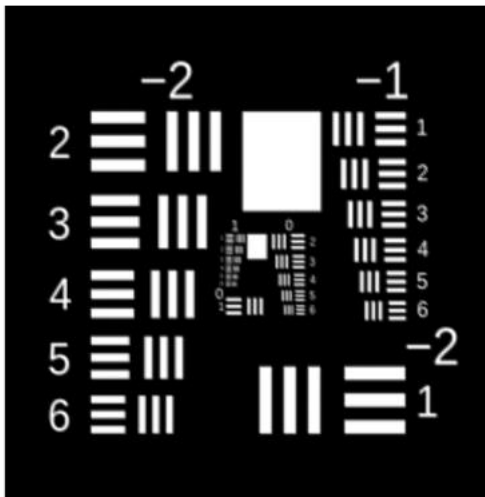
Рассмотрим принцип работы модельного алгоритма, основанного на параболической оптимизации [13] в задаче коррекции фазовых аберраций от некогерентного источника. Изображение объекта от некогерентного источника формируется через свертку интенсивности предмета с функцией рассеяния точки оптической системы:

$$I'(\eta'_x, \eta'_y) = I(\eta_x, \eta_y) \otimes h(\eta_x, \eta_y)$$

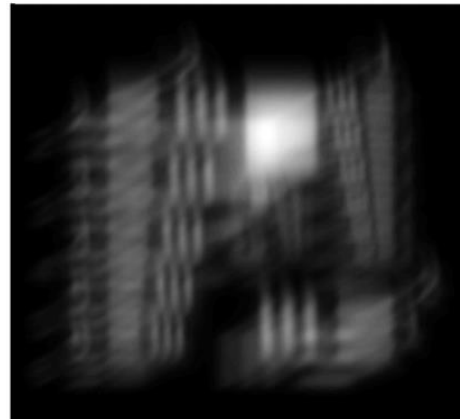
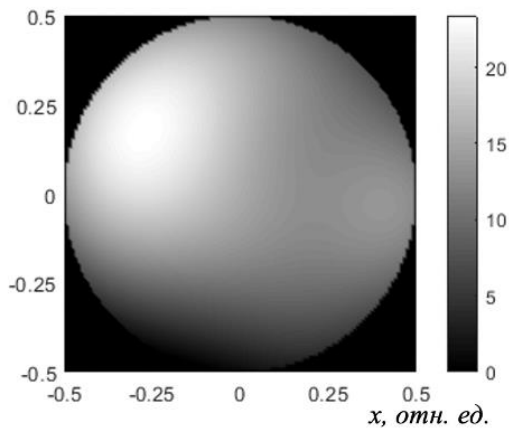
В настоящем исследовании в качестве целевой функции модельного алгоритма используется интеграл g от функции спектральной плотности:

$$g(M_1, M_2) = \int_{\varphi=0}^{2\pi} \int_{M_1}^{M_2} S_J(m) m dm d\varphi$$

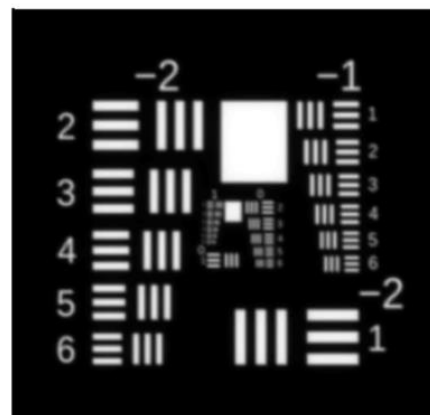
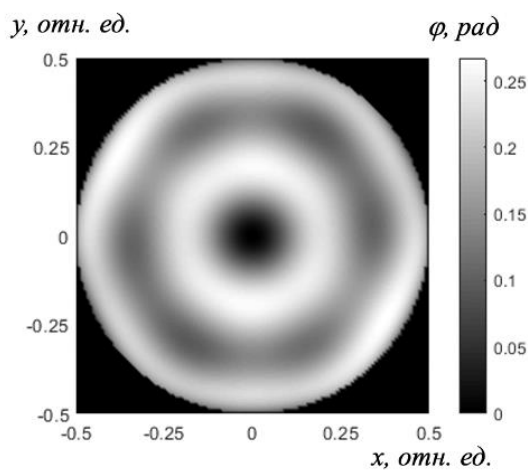
При моделировании работы модального алгоритма в качестве предмета, освещаемого некогерентным светом, использовался тест-объект «USAF1951_250». Тест-объект и его спектр представлены на рисунке 4



Пример волнового фронта от некогерентного источника и изображения тест-объекта до и после коррекции представлен на рисунке 5. За $3N=90$ итераций алгоритма параметр RMS уменьшается с 5 рад до 0.048 рад.



(а) $RMS = 5$ рад.



(б) $RMS = 0.048$ рад.

Заключение:

Проведено расчетно-теоретическое исследование работы модельного алгоритма в рамках задачи коррекции фазовых aberrаций некогерентного источника адаптивным зеркалом. Работа алгоритма заключается в анализе низкочастотного пространственного спектра изображения. Получены следующие результаты:

1. Реализован метод расчета собственных мод адаптивного зеркала, которые получаются из функций отклика актюаторов посредством сингулярного разложения.
2. Разработана численная модель коррекции фазовых aberrаций от некогерентного источника с помощью адаптивного зеркала под управлением модального алгоритма.
3. Обнаружено, что с использованием модельного метода возможно уменьшение исходных aberrаций со значения $RMS=10$ рад. до $RMS=0,17$ рад. за $3N=111$ итераций.

Литература:

1. W.H.Jiang, Z.P.Yang, C.L.Guan, X.J.Zhang, C.H.Rao, Y.D.Zhang, E.D.Li, H.Xu, L.H.Huang, M. W. Fan, and N. P. Shi, "New progress on adaptive optics in inertial confinement fusion facility," Chin. J. Lasers 36(7), 1226–1234 (2009).
2. Y. Zhang, N. Ling, Z. Yang, H. Duan, S. Jiao, and W. Jiang, "An adaptive Optical System for ICF Application," Proc. SPIE 4494, 96–103 (2002).
3. O. Albert, L. Sherman, G. Mourou, T. B. Norris, and G. Vdovin, "Smart microscope: an adaptive optics learning system for aberration correction in multiphoton confocal microscopy," Opt. Lett. 25(1), 52–54 (2000).
4. L. Sherman, J. Y. Ye, O. Albert, and T. B. Norris, "Adaptive correction of depth-induced aberrations in multiphoton scanning microscopy using a deformable mirror," J. Microsc. 206(1), 65–71 (2002).
5. K. D. Wulff, D. G. Cole, R. L. Clark, and M. J. Padgett, "Holographic optical tweezers aberration correction using adaptive optics without a wavefront sensor," Proc. SPIE 6236, 63262Y1 (2007).
6. Z. K. Li, J. T. Cao, W. Liu, J. F. Feng, and X. H. Zhao, "Comparison of swarm intelligence algorithms in atmospheric compensation for free space optical communication," Proc. SPIE 9521, 141–146 (2015).
7. M.A.Vorontsov, G.W.Carhart, and J.C.Ricklin, "Adaptive phase-distortion correction based on parallel gradient-descent optimization," Opt. Lett. 22(12), 907–909 (1997).
8. M. A. Vorontsov and V. P. Sivokon, "Stochastic parallel gradient descent technique for high-resolution wave front phase-distortion correction," Opt. Soc. Am. A. 15(11), 2745–2758 (1998).
9. S. Zommer, E. N. Ribak, S. G. Lipson, and J. Adler, "Simulated annealing in ocular adaptive optics," Opt. Lett. 31(7), 939–941 (2006).
10. P. Yang, M. Ao, Y. Liu, B. Xu, and W. Jiang, "Intracavity transverse modes controlled by a genetic algorithm based on Zernike mode coefficients," Opt. Express 15(25), 17051–17062 (2007).
11. Q. Yang, J. Zhao, M. Wang, and J. Jia, "Wavefront sensorless adaptive optics based on the trust region method," Opt. Lett. 40(7), 1235–1237 (2015).
12. B.Wang, M. Booth, "Optimum deformable mirror modes for sensorless adaptive optics", Optics Communications 10, 1016 (2009).

ИСТОРИЯ

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПТРД В НАЧАЛЬНОМ ПЕРИОДЕ ВОВ

Мальцев Сергей Николаевич

ОАО ЧРЗ

Инженер

Ключевые слова: ПТРД; танки; панфиловцы; Великая отечественная война

Keywords: PTRD; tanks; Panfilov soldiers; Great Patriotic War

Аннотация: В данной работе рассматривается эффективность ПТР при определенных условиях в Великой Отечественной Войне. Анализируется первое массовое применение ПТРД в Панфиловской дивизии с использованием современных данных.

Abstract: This paper examines the effectiveness of PTR under certain conditions in the Great Patriotic War. The first mass use of PTRD in the Panfilov division is analyzed using modern data.

УДК 94

Противотанковые ружья, ПТР были обычно более мощными винтовками способными пробивать броневые листы бронетехники. Появились еще в первую мировую войну после появления на полях войны первых танков. Во второй мировой войне ПТР использовались практически всеми армиями мира. Однако в связи с увеличением бронезащиты танков к концу войны их эффективность значительно снизилась. Практически свелась к борьбе с легко бронированной техникой. ПТР Рукавишников и Шолохова в Великой отечественной Войне использовались с первых дней. Однако результаты их применения не значительны из-за их малочисленности. Только появление в ноябре большого количества более эффективных ПТРД сделало ПТР эффективным оружием внесшим большой вклад в победу.

В современных армиях их аналогом являются так называемые антиматериальные винтовки (anti-materiel rifle /AMR) увеличенного калибра, которые используются против техники, в том числе легко бронированной, а также против различных укрытий.

Новизна работы в том, что привлекаются новые данные и проводится более глубокий анализ применения ПТР. Рассматриваются совместно данные РККА и вермахта, обычно рассматриваемые отдельно. Применен оригинальный метод расчета потерь танков вермахта по дням.

Актуальность работы в том, что до сих пор ведутся споры о роли ПТРД в великой отечественной войне. Например историк Исаев утверждает, что ПТР это эрзац оружие, замена утерянной в первых боях противотанковой артиллерии. Однако историк Федосеев утверждает, что у ПТР была своя ниша и пока не появились РПГ, у ПТР конкурентов не было, по причине массовости на передовой.

Главное Артиллерийское Управление (ГАУ) с начала 30х годов организовывало разработку и тактику применения ПТР. В самом ГАУ было несколько мнений, в том числе мнение маршала Кулика что, в предстоящей войне ПТР не нужны. Было так же мнение что, ПТР нужны как вспомогательные в противотанковой обороне на танкоопасных направлениях. Однако в ГАУ преобладало направление при котором считалось, что ПТР нужно на всех участках в массовом количестве, которое потом и подтвердилось на практике в течении войны, так как оказалось, противник применяет танки в любых, даже неудобных для танков местах, применяя завалы рвов, наведения мостов, вырубку леса и другие методы преодоления препятствий.

Тем не менее перед войной разные типы ПТР, от калибра 7.62 до 20 мм, разрабатывались испытывались и изготавливались малыми экспериментальными партиями. С начала войны выяснилось, что ПТР очень востребованы на фронте. При этом в ГАУ пришли к выводу что, калибр 14.7 мм с пулей ВС41 с карбидом вольфрама дают оптимальный эффект в мобильности и броне пробиваемости. По конструкции остановились на двух ПТР конструкции Дегтярева и Симонова, особенно в массовое производство пошло простое и технологичное ПТРД. Особенно эффективным оказался ПТРД в первых боях.

Первое массовое применение ПТРД в бою 16.11.41.

Так как в первых числах ноября первая партия ПТРД 300 единиц с боекомплектом в 40 патронов поступило в войска. При этом Главное Артиллерийское Управление (ГАУ) требовало применения не менее 4-х ПТР [1] на одном участке и требовало от частей отчет об их боевом применении.

Первое такое применение произошло в 16 армии Рокоссовского в 316 дивизии Панфилова, сформированной в Казахстане, на участке Боевого охранения в 300 метрах перед позициями 4-й стрелковой рота у переезда Дубосеково 16.11.41.

Вот первый отчет.

Полит донесение 1075 сп 17.11.41

«...Эффективность действия П.Т.Р. против тяжелых танков пр-ка невысокая....

...нет сведений о том, какое количество танков пр-ка П.Т.Р вывел из строя.....

По не уточненным данным в районе 1075-го СП подбито не меньше 9 танков противника.

.... Все П.Т.Р потеряны вместе с расчетами...

Военком полка Мухамедьяров»

Можно быть уверенными, что такой отчет ГАУ не удовлетворил.

Однако подключились корреспонденты газет. Корреспондент газеты «Красная звезда» Коротеев 27.11.41 года в статье "Гвардейцы-панфиловцы в боях за Москву" написал: «Меткими выстрелами из противотанковых ружей они подбили 7 танков ... В результате противник потерял 600 солдат и **18 танков**».

Такой результат подтверждал эффективность ПТР, а также утверждал, что ПТР поднимает боевой дух бойцов, устраняет «танкобоязнь». Это обосновывало максимальное увеличения производства ПТР.

Такое же число 18 танков вошло и в наградные документы участников боя.

Через год вышла секретная книга [6] Генерального штаба Красной Армии подводившая итоги московской битвы и подытоживала боевой опыт, под редакцией начальника Генштаба Шапошникова, где говорится, что было подбито пехотинцами без артиллерии только гранатами, бутылками ГС и ПТР 25 танков. Это можно считать результатом работы разведки генштаба, в том числе и допросы пленных. А так же утверждало, что даже небольшое пехотное подразделение с ПТР может эффективно противостоять танкам противника.

Однако в Журнале Боевых Действий(KriegsTageBuch) 2 танковой дивизии вермахта, наступавшей на этом участке, потерь танков 16.11.41 года не обнаружено. Потери, однако, явно были, поэтому необходим приблизительный расчет немецких потерь по имеющимся немецким документам. Применяемый в данной работе расчет основывался на потерях немецких офицеров по дням с 16.11.41 по 28.11.41 и потерь танков за это же время. Потери офицеров в конкретный день показывают интенсивность боев в этот день в процентах ко всем потерям. Потери танков в этот день должны быть соответствующие.

Расчет вероятных потерь немецких танков 2й тд у Дубосеково 16.11.1941

Известно количество танков 2pzDiv на утро 11.11.41 = 132 танка [2]

Известно количество танков 2pzDiv на утро 28.11.41 = 56 танков [2]

К утру 16.11.41 2 танка было в ремонте.

Согласно ЖБД 2тд 18.11.41 было получено 11 танков подкрепления.

Итого за 12 дней боев было безвозвратно потеряно 85 танков.

Известно так же, что за эти 12 дней было потеряно 11 офицеров. [5]

Потери офицеров 2 танковой дивизии известны по дням.

Можно приблизительно принять, что потери танков были пропорциональны потерям офицерского состава. В среднем за день потери: 1 офицер и 7 танков. 16 ноября были потери 3-х офицеров. Расчетным путем имеем, что 16 ноября безвозвратно потеряно примерно 21 танк. Обычно подбитых и ремонтпригодных больше чем безвозвратных. Если принять столько же, то потерянных в бою 16.11.41 было подбито **42 танка**.

Это почти каждый третий танк. Не удивительно, что через 2 дня потребовалось подкрепление и темп наступления упал.

Из ЖБД известно, что 2 танка подорвались на минах. У Петелено осталось 5 поврежденных танков.

Артиллерийская батарея отчиталась о 3-х подбитых танках у Морозово и 3-х у Ядрово. Следовательно, можно предполагать, что на позициях 4-й роты с 4-мя ПТР остались подбитыми около **28 танков**.

Конечно, часть танков могли быть в ремонте просто по неисправности. Однако 28 танков это ближе к данным в книге Шапошникова, чем в наградных 28-ми героев панфиловцев. Оставшийся в живых бронейщик Шемякин [7] утверждал, что подбил 4 танка. Четыре расчета ПТР могли подбить около 16 танков из 25-ти.

Чтобы объяснить такие большие потери танков 2-й ТД от ПТР, надо рассмотреть боевые действия сторон.

Из Журнала Боевых Действий(KriegsTageBuch) 2 танковой дивизии (КТВ 2 PzDiv 16/11/41) [3]

«Боевая группа 3 сообщает,

с 12.152-я рота 304-го **стрелкового** полка зачищает местность за боевой группой 2.

3-я танковая рота отправлена в **Нелидово** и зачищает местность **на восток**, тогда как 2-я танковая рота остается в Никольском.»

В 3-й танковой роте под командованием оберлейтенанта Малорти (ob.lt Malortie) [5] было 20 танков.

На восток от Нелидово переезд Дубосеково позиции 4-й роты ст. лейтенанта Гундиловича [1] и позиции боевого охранения с 28-ю бойцами и 4-мя ПТРД.

Вероятно, танковая атака выполнялась стандартно, как описано в книге Миддельдорфа «Русская компания: тактика и вооружение» [4] Первый эшелон 8 танков, 2й эшелон 8 танков и далее располагались командирские 4 танка. Так как артиллерии в 4-й роте не было, то танки первого эшелона подошли к окопам на расстояние 100-150 метров и начали обстреливать окопы 4-й роты из пушек и пулеметов. При этом оказались кормой к окопам боевого охранения и ПТРД в 150-200 метрах от них. А второй эшелон танков, который шел в 150-200 метрах от 1-го эшелона, оказался в 10-15 метрах перед хорошо замаскированными окопами боевого охранения. Бойцы истребительного противотанкового отряда из окопов боевого охранения гранатами и бутылками ГС закидали танки второго эшелона.

Согласно данным ген.штаба КА в этой атаке было подбито 14 танков [6]. Остальные 6 танков отступили. Эти танки, объединившись с танками 2-й танковой роты, предприняли еще одну атаку, которая стала последней в этот день. При этом были подбиты еще 9 танков 2-й танковой роты.

Приведенный выше анализ боя показывает, что такие большие потери танков вполне могли быть.

Однако причин было несколько. Во-первых ПТРД оказалось достаточно эффективным. Вовторых сказался эффект неожиданности, противник никогда раньше не сталкивался ни с таким оружием ни с такой тактикой. Втретьих играл роль

и случайный фактор. Выпавший накануне липкий снег хорошо замаскировал позиции ПТР и даже при выстрелах ПТР не поднимались демаскирующие клубы пыли.

В четвертых немецким командованием была проявлена самонадеянность и недостаточная разведка, которая привела к катастрофичному расположению атакующих танков.

Однако это не умаляет подвиг наших бойцов. Оставшиеся в живых бойцы, в том числе Шемякин [1] [8], помогли усовершенствовать засадную тактику применения ПТР, которая компенсировала недостаточную пробивную силу этого оружия. Поэтому ПТР применялись до конца войны.

В последующих боях с применением ПТРД эффективность была не такой большой, противник стал внимательней и осторожней, тем не менее, при определенном стечении обстоятельств, бывало до 9 подбитых танков одним расчетом ПТР.

Выводы можно сделать такие. ПТР которые относятся к винтовкам крупного калибра, это не замена артиллерии, а ПТР имеют собственную нишу применения, где являются эффективным оружием. Особенно популярны ПТР были у партизан. При невозможности иметь артиллерию такие мощные винтовки могли решать важные задачи недоступные обычному стрелковому вооружению. [9] После 2-й МВ их заменили гранатометами. Однако в определенных применениях они показали эффективность, как анти материальные винтовки.

Литература:

1. Малкин В. М. Панфиловцы — символ массового героизма. Военно-исторический журнал 1996 №01: 1996
2. Уланов А., Томзов А. На подступах к Москве // URL: <https://warspot.ru/4282-na-podstupah-k-moskve> (дата обращения: 16.01.24)
3. NARA T315 R90 (2 PzDiv) // КТВ 2 PzDiv 16.11.41
4. Миддельдорф Э. Русская кампания: тактика и вооружение. СПб., 2000. с.191
5. Дополнительные материалы к 28 панфиловцам: погибшие немецкой 2 тд за 16 ноября 1941 года // URL: mordig81.livejournal.com/158319.html (дата обращения: 16.01.24)
6. Шапошников Б.М. Битва за Москву: Московская операция Западного фронта, 16 ноября 1941 г. - 31 января 1942 г. - М. : АСТ, 2006.
7. Федосеев С. Л. Противотанковые ружья. М.: 2019.
8. Архив: ЦАМО Фонд 33 Опись 682524 Дело 8.
9. Cashner R. Anti-tank rifles // url: <https://warfarehistorynetwork.com/article/the-ptrs-41-and-other-russian-anti-tank-rifles/> (дата обращения: 19.04.24)

ФИЗИКА, ХИМИЯ

АНАЛИЗ УРАВНЕНИЯ СОСТОЯНИЯ ПРОДУКТОВ ДЕТОНАЦИИ ТКХ-50, ПОЛУЧЕННОГО В ТЕРМОХИМИЧЕСКОМ РАСЧЕТЕ

Голубев Владимир Константинович

Кандидат физико-математических наук, доцент
Нижний Новгород; Университет Людвиг-Максимилиана, Мюнхен
Независимый эксперт; приглашенный ученый

Ключевые слова: энергетический материал; ТКХ-50; термохимический расчет; детонационные характеристики; продукты детонации; уравнение состояния; энтальпия образования

Keywords: energetic material; TKX-50; thermochemical calculation; detonation characteristics; detonation products; equation of state; enthalpy of formation

Аннотация: Для энергетического материала ТКХ-50 выполнен анализ уравнения состояния продуктов детонации, полученного в результате проведенных термохимических и термодинамических расчетов. Расчеты проводились с использованием термохимической программы *Explo5*. В расчетах использовались три достаточно реалистичных значения стандартной энтальпии образования ТКХ-50, полученные тремя разными группами исследователей. Эти значения составляют 175.3, 194.1 и 213.4 кДж/моль. Рассматривались материалы компактные и имеющие пористость 5 и 10%. В расчетах определялись все основные детонационные характеристики ТКХ-50, соответствующие этим трем значениям энтальпии образования и трем значениям плотности. Максимальный объем вычислений выполнен для среднего значения энтальпии образования. Здесь в качестве сопоставляемых объектов использовались расчетные изэнтропы расширения продуктов детонации, соответствующие используемым в программе уравнениям состояния BKWN, BKWN-M и JWL.

Abstract: For the TKX-50 energetic material, an analysis of the equation of state of detonation products obtained as a result of thermochemical and thermodynamic calculations was performed. Calculations were carried out using the *Explo5* thermochemical program. The calculations used three fairly realistic values for the standard enthalpy of formation of TKX-50, obtained by three different groups of researchers. These values are 175.3, 194.1 and 213.4 kJ/mol. Compact materials and materials with porosity of 5 and 10% were considered. The calculations determined all the main detonation characteristics of TKX-50 corresponding to these three enthalpy of formation values and three density values. The maximum amount of calculations was performed for the average value of the enthalpy of formation. Here, the calculated isentropes of expansion of detonation products corresponding to the equations of state BKWN, BKWN-M and JWL were used as compared objects.

УДК 536.71:544.454.3**Введение**

Энергетический материал ТКХ-50 (дигидроксиламмоний 5,5'-бистетразол-1,1'-диолат) был синтезирован и довольно детально исследован в работе [1]. Некоторые дополнительные исследования его свойств были также проведены в последующей работе [2]. Было отмечено, что ТКХ-50 легко, дешево и безопасно приготовить из общедоступных химических веществ. Вещество характеризуется относительно простой технологией изготовления, является чрезвычайно мощным и в то же время обладают необходимой термической стойкостью, низкой токсичностью и высокой безопасностью при обращении с ним. Его различные физико-химические свойства были определены с использованием методов рентгеновской дифрактометрии, ядерного магнитного резонанса, инфракрасной спектроскопии, дифференциальной сканирующей калориметрии. Также были определены чувствительности к удару, трению и электростатическому разряду.

В обзоре [3] показано, что с момента первого опубликования результатов по синтезу ТКХ-50 [1] и по определению его различных физико-химических свойств значительное число последующих работ многих исследовательских групп было посвящено дальнейшему изучению свойств этого интересного и многообещающего энергетического материала. Однако из материалов обзора, посвященных результатам определения такой важной энергетической характеристики энергетического материала, как его стандартная энтальпия образования, нельзя получить представление о реальном значении этой действительно очень важной характеристики. Среди приведенных в обзоре ссылок отсутствовали таковые, принадлежащие реальным профессионалам в этой области исследований.

На это было обращено внимание в работе [4], в которой были кратко проанализированы все известные результаты, связанные с попытками определения стандартной энтальпии образования ТКХ-50. В частности было показано, что этим вопросом занимались исследователи ведущей российской группы по изучению термохимических свойств энергетических материалов и полученные ими результаты были опубликованы в работах [5-7]. В краткой работе [5] калориметрические измерения при сжигании образцов ТКХ-50 двух партий, полученных в результате разных синтезов, были выполнены на прецизионном автоматическом калориметре сжигания с изотермической оболочкой, разработанном специально для сжигания энергоемких соединений. При этом в обеих партиях были определены практически одинаковые величины стандартных энтальпий образования ТКХ-50. Полученное средневзвешенное значение $\Delta_f H^\circ$ составило 194.1 ± 0.9 кДж/моль. В работах [6, 7] постановка опытов и полученные результаты описаны более подробно. Здесь, в качестве подтверждения высокой точности измерений, было также получено значение стандартной энтальпии образования диаммония 5,5'-бистетразол-1,1'-диолата.

Полученное в работах [5-7] значение стандартной энтальпии образования ТКХ-50 было использовано в серии работ [8-11] для выяснения влияния различных полимерных связующих на детонационные свойства образованных с их участием энергетических композиционных материалов на основе энергетического материала ТКХ-50. Здесь следует отметить, что первоначально статья [11] была опубликована 02.06.2021 на ресурсе Международного научно-образовательного центра "Моя

профессиональная карьера", однако в настоящее время она пропала с этого ресурса.

Расчеты в указанных работах проводились с использованием термохимической программы Expro5 [12]. Рассматривались инертные и энергетические связующие, такие как парафин [8], глицидилазидный полимерный материал GAP [9], полимерные связующие на основе 3-азидометил-3-метилоксетана (АММО) и 3,3-бис(азидометил)оксетана (ВАО) [10], дигидроксиламмоний 5,5'-бистетразол-1,1'-диолат (НТРВ) [11]. Для всех рассмотренных связующих были получены зависимости детонационных характеристик энергетических композиционных материалов в диапазоне содержания связующих до 50 об%. Кроме того, для всех рассмотренных концентраций компонентов композиционных материалов были определены химические составы образующихся в точке Жуге продуктов детонации. Более подробно были изучены детонационные характеристики энергетических композиционных материалов на основе ТКХ-50 с 5 и 10 мас% связующего. В этом случае рассматривались энергетические материалы, имеющие начальную пористость в пределах до 10 %.

В работе [13] выполнен анализ ограниченных экспериментальных данных по скорости детонации взрывчатых составов на основе ТКХ-50. Было получено, что экспериментальные результаты по определению скорости детонации в образцах взрывчатого состава на основе ТКХ-50 с 3 мас% парафина [14] очень хорошо согласуются с результатами термохимического расчета, выполненного с использованием полученного в работе [5] значения стандартной энтальпии образования ТКХ-50. Полученные таким образом результаты подтвердили высокое качество полученных в работах [5-7] экспериментальных результатов по определению значения стандартной энтальпии образования и достаточно хорошую точность используемого метода термохимического расчета [12]. Часть результатов, полученных в работах [8-11, 13], была доложена на конференции по новым моделям и гидрокодам для физики ударных волн PETER 2021 и приведена в трудах конференции [15].

В самое последнее время были выполнены два капитальных исследования [16, 17], связанных с получением дополнительной информации по стандартной энтальпии образования и некоторым другим свойствам ТКХ-50. В работе [16] для стандартной энтальпии образования ТКХ-50 было получено значение 213.4 ± 1.2 кДж/моль, а измеренное значение теплоты детонации составило 4650 ± 50 кДж/кг. Был проведен стандартный опыт по разлету медной трубки при взрыве внутри нее заряда из состава ТКХ-50 с 3 мас% парафина, и на основании этого опыта были определены параметры уравнения состояния JWL для продуктов детонации. В работе [17] для стандартной энтальпии образования ТКХ-50 было получено значение 175.3 ± 1.9 кДж/моль, а измеренное значение стандартной энтальпии сублимации составило 165 ± 2.4 кДж/моль.

В работах [18, 19] проводилось сопоставление вариантов уравнения состояния JWL продуктов детонации тротила и октогена, полученных в результате взрывных экспериментов по разлету медной трубки и на основании термохимических расчетов. В качестве сопоставляемых объектов использовались изэнтропы расширения продуктов детонации, в которые входят все определяющие параметры указанного уравнения состояния. Для двух форм уравнения состояния продуктов детонации JWL выполнялся детальный анализ расчетных изэнтроп расширения, построенных с

использованием уравнений состояния ВКВ и JWЛ, Рассматривались экспериментальные изэнтропы расширения продуктов детонации и проводилось их сопоставление с расчетными изэнтропами. В результате подобного сопоставления определялась степень согласия экспериментальных и расчетных уравнений состояния в плане возможности их использования в прикладных газодинамических расчетах. Решение подобной задачи представляет большой интерес и для энергетического материала ТКХ-50. Данная работа является по сути предварительной для последующей серии исследований в этом направлении. В ней предполагается выполнить более подробный анализ двух указанных форм уравнения состояния продуктов детонации ТКХ-50 с учетом наиболее корректных результатов определения стандартной энтальпии образования этого энергетического материала.

Результаты расчетов

В программе Expro5 [12, 20, 21] расчет процесса детонации основан на стационарной модели химического равновесия детонации, а равновесный состав продуктов детонации рассчитывается с применением модифицированного метода минимизации свободной энергии.

Для описания продуктов детонации в проведенных расчетах используется уравнение состояния Беккера-Кистяковского-Уилсона (ВКВ) в его стандартной форме (ВКВН)

$$PVIRT = 1 + \chi e^{\beta x} = f(x)$$

и в модифицированной форме (ВКВН-М)

$$PVIRT = 1 + \chi^\varepsilon e^{\beta x} = f(x).$$

Смысл параметров уравнения состояния и их значения приводятся в указанных мануалах [12, 20], а также в одной из предшествующих работ автора по изучению свойств тротила [22]. Следует отметить, что в расчетах [8-11] использовались параметры, приведенные в мануале [12], а в более поздних работах, в том числе и в данной работе, использовались незначительно скорректированные наборы параметров из мануала [20]. Эти наборы для двух форм уравнения состояния ВКВ приведены для сравнения в табл. 1.

Табл. 1. Используемые наборы параметров для обеих форм уравнения состояния ВКВ

Parameters	ВКВН	ВКВН-М
α	0.50	0.50
β	0.38	0.154
κ	9.41	9.45
ε	-	1.54
ϑ	4250	3765

В результате термохимического расчета, в котором исходными данными являются только химическая формула, плотность и стандартная энтальпия образования взрывчатого вещества, определяются все его детонационные характеристики в точке

Жуге, ударная адиабата и изэнтропа расширения продуктов детонации при использовании уравнения состояния ВКВ. На основании этих результатов определяются также параметры уравнения состояния продуктов детонации в форме Джонса-Уилкинса-Ли (JWL) и соответствующая этому уравнению изэнтропа расширения продуктов детонации. Эта изэнтропа расширения продуктов детонации для уравнения состояния продуктов детонации в форме JWL имеет вид

$$P = A \exp(-R_1 V) + B \exp(-R_2 V) + CV^{-(1+\omega)}, \quad (1)$$

где V – относительный удельный объем, а A , B , C , R_1 , R_2 и ω – подгоночные параметры.

Полные термохимические и термодинамические расчеты выполнялись для ТКХ-50 трех относительных плотностей ρ/ρ_0 , где $\rho_0 = 1.877 \text{ г/см}^3$ – плотность кристаллического материала при нормальных условиях, указанная в работах [1, 16]. Для стандартной энтальпии образования ТКХ-50 $\Delta_f H_s^\circ$ в расчетах использовались все три, полученные в работах [5, 16, 17] значения, 175.3, 194.1 и 213.4 кДж/моль. Интересно, что полученное первоначально в работе [5] значение 194.1 кДж/моль является фактически средним между значениями 213.4 кДж/моль из работы [16] и 175.3 кДж/моль из работы [17]. Разница между ним и первым составляет 19.3 кДж/моль, а вторым – 18.8 кДж/моль. Не ставя под сомнение качество результатов достаточно надежных групп исследователей [16] и [17], хочется все же с наибольшим доверием отнести к результатам группы исследователей [5], подтвердившей свой высокий авторитет значительным числом полученных высокоточных результатов подобных термохимических исследований.

Расчеты в работе проводились с использованием обеих указанных форм уравнения состояния ВКВ. Приведенная в мануале [20] точность, характеризуемая среднеквадратичным отклонением результатов определения скорости и давления детонации для массива из 52 стандартных взрывчатых веществ, дает для уравнения ВКВ значения 2.80 и 6.24 %, а для ВКВ-М значения 1.85 и 6.09 %. Таким образом, на первый взгляд использование ВКВ-М является несколько более предпочтительным. В принципе это вполне закономерно, поскольку грамотно подобранный дополнительный подгоночный параметр может только увеличить точность используемой для аппроксимации экспериментальных данных зависимости.

Полученные в результате выполненных расчетов детонационные характеристики ТКХ-50 для трех значений энтальпии образования $\Delta_f H_s^\circ$ и двух форм уравнения состояния ВКВ, ВКВ и ВКВ-М, представлены в табл. 2, 3. Наряду с компактным кристаллическим материалом, рассматривался также материал с пористостью 5 и 10 %. В таблицах использованы следующие обозначения: D – скорость детонации, P – давление детонации, T – температура детонации, k – показатель адиабаты продуктов детонации в точке Жуге, Q – теплота детонации, V_g – объем газообразных продуктов детонации.

Табл. 2. Детонационные характеристики ТКХ-50 трех плотностей для трех значений энтальпии образования при расчете с использованием уравнения состояния продуктов детонации ВКWN

ρ/ρ_0	D	P	T	k	Q	V_g
	m/s	GPa	K		kJ/kg	dm ³ /kg
			$\Delta_f H_s^\circ = 175.3$ kJ/mol			
1.00	9633.3	36.742	3044.3	3.741	-4615.8	915.45
0.95	9145.8	32.499	3109.6	3.589	-4599.2	917.47
0.90	8691.4	28.720	3167.6	3.443	-4575.3	921.48
			$\Delta_f H_s^\circ = 194.1$ kJ/mol			
1.00	9658.5	36.935	3077.6	3.741	-4693.7	915.36
0.95	9171.6	32.682	3143.5	3.589	-4676.5	917.46
0.90	8718.0	28.896	3202.0	3.443	-4651.8	921.61
			$\Delta_f H_s^\circ = 213.4$ kJ/mol			
1.00	9684.2	37.278	3115.4	3.722	-4773.7	915.21
0.95	9197.8	33.002	3182.0	3.571	-4756.0	917.37
0.90	8745.1	29.076	3237.4	3.443	-4730.2	921.73

Табл. 3. Детонационные характеристики ТКХ-50 трех плотностей для трех значений энтальпии образования при расчете с использованием уравнения состояния продуктов детонации ВКWN-М

ρ/ρ_0	D	P	T	k	Q	V_g
	m/s	GPa	K		kJ/kg	dm ³ /kg
			$\Delta_f H_s^\circ = 175.3$ kJ/mol			
1.00	9447.0	36.950	3031.2	3.533	-4631.9	924.13
0.95	9009.2	32.640	3081.0	3.434	-4608.5	925.25
0.90	8603.6	28.922	3133.0	3.323	-4582.6	930.96
			$\Delta_f H_s^\circ = 194.1$ kJ/mol			
1.00	9472.4	37.150	3064.8	3.533	-4710.0	924.25
0.95	9034.9	33.113	3123.4	3.395	-4686.3	925.28
0.90	8630.5	29.101	3167.6	3.323	-4659.0	931.33
			$\Delta_f H_s^\circ = 213.4$ kJ/mol			
1.00	9498.2	37.690	3108.0	3.493	-4790.5	924.25
0.95	9061.5	33.433	3162.3	3.379	-4765.9	925.42
0.90	8657.5	29.532	3211.5	3.287	-4738.0	931.45

Результаты по влиянию энтальпии образования и формы уравнения состояния ВКW, полученные для двух основных характеристик работоспособности взрывчатого вещества, D и P , показаны для наглядности на рис. 1. Здесь обращает на себя внимание тот факт, что для скорости детонации форма уравнения состояния в большей степени сказывается на характере поведения наблюдаемых зависимостей, чем для давления детонации. Можно также отметить, что в случае использования уравнения состояния ВКWN значения скоростей детонации превосходят значения, полученные при использовании уравнения состояния ВКWN-М. Для значений

давления детонации наблюдается обратная, хотя и несколько менее выраженная тенденция.

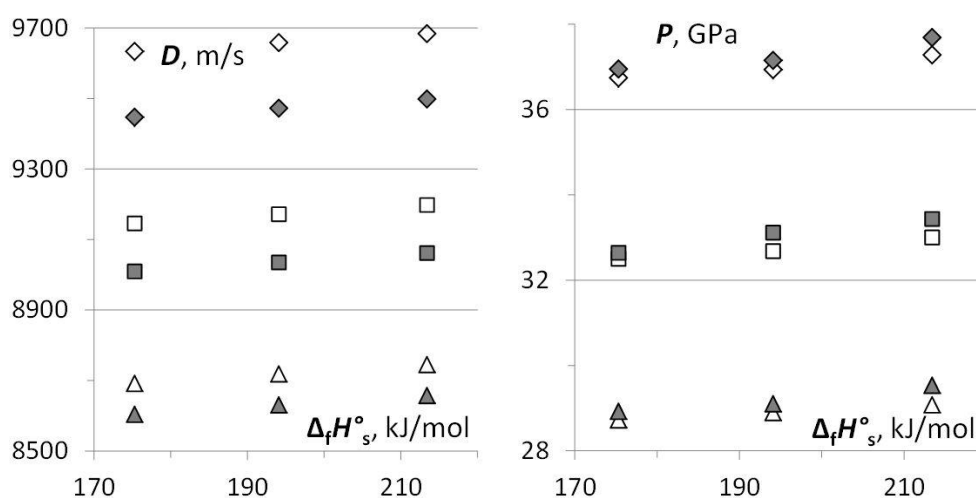


Рис. 1. Влияние энтальпии образования на скорость и давление детонации ТКХ-50 компактного (ромбы), с пористостью 5 % (квадраты) и с пористостью 10 % (треугольники) при расчете с использованием уравнений состояния продуктов детонации BKWN (светлые символы) и BKWN-M (темные символы).

Рассмотрим характер поведения изэнтроп расширения продуктов детонации компактного ТКХ-50. Приведем для этого только расчет, выполненный для энтальпии образования 194.1 кДж/моль, поскольку результаты для других значений энтальпии образования подобны и близки к этим результатам. Рассчитанные изэнтропы приведены в табл. 4 в представлении уравнений состояния BKW и JWЛ. Индексы при расчетных значениях давления P соответствуют здесь следующим уравнениям состояния: n – BKWN, m – BKWN-M, n_j – JWЛ на основе BKWN, m_j – JWЛ на основе BKWN-M. С целью более аккуратного и наглядного сопоставления приведены также относительные значения давлений P_n/P_m и P_{n_j}/P_{m_j} на изэнтропах для указанных уравнений состояния.

Табл. 4. Изэнтропы расширения продуктов детонации ТКХ-50 с энтальпией образования 194.1 кДж/моль в представлении уравнений состояния BKW и JWЛ

V	P_n GPa	P_m GPa	P_n/P_m	P_{n_j} GPa	P_{m_j} GPa	P_{n_j}/P_{m_j}
0.7891(794)*	36.9351	37.1496	0.9942	36.8883	37.0837	0.9947
0.7886	37.0068	35.6630	1.0377	36.9578	35.6386	1.0370
0.8281	30.9623	30.1532	1.0268	31.0310	30.2236	1.0267
0.8695	25.9978	25.5583	1.0172	26.0852	25.6425	1.0173
0.9130	21.9137	21.7233	1.0088	21.9732	21.7809	1.0088
0.9586	18.5475	18.5185	1.0016	18.5623	18.5336	1.0016
1.0065	15.7654	15.8353	0.9956	15.7349	15.8057	0.9955
1.0569	13.4577	13.5821	0.9908	13.3883	13.5131	0.9908
1.1097	11.5335	11.6829	0.9872	11.4351	11.5828	0.9873
1.1652	9.9248	10.0614	0.9864	9.8014	9.9518	0.9849
1.2235	8.4825	8.6303	0.9829	8.4265	8.5676	0.9835

1.2846	7.2600	7.3963	0.9816	7.2610	7.3864	0.9830
1.3489	6.2252	6.3425	0.9815	6.2655	6.3726	0.9832
1.4163	5.3302	5.4151	0.9843	5.4091	5.4977	0.9839
1.4871	4.5578	4.6288	0.9847	4.6677	4.7389	0.9850
1.5615	3.9060	3.9628	0.9857	4.0228	4.0785	0.9863
1.6395	3.3554	3.4017	0.9864	3.4602	3.5024	0.9880
1.7215	2.8895	2.9230	0.9885	2.9689	2.9995	0.9898
1.8076	2.4947	2.5161	0.9915	2.5401	2.5609	0.9919
1.8980	2.1610	2.1704	0.9957	2.1667	2.1793	0.9942
1.9929	1.8751	1.8765	0.9993	1.8429	1.8487	0.9969
2.0925	1.6313	1.6258	1.0034	1.5634	1.5635	0.9999
2.1971	1.4227	1.4117	1.0078	1.3235	1.3191	1.0034
2.3070	1.2440	1.2286	1.0125	1.1190	1.1108	1.0073
2.4224	1.0904	1.0716	1.0175	0.9457	0.9347	1.0118
2.5435	0.9580	0.9368	1.0226	0.7999	0.7867	1.0169
3.2048	0.5345	0.5110	1.0460	0.3811	0.3645	1.0457
4.0380	0.3070	0.2866	1.0712	0.2134	0.1998	1.0681
5.0879	0.1839	0.1693	1.0862	0.1382	0.1289	1.0720
6.4107	0.1143	0.1047	1.0917	0.0949	0.0890	1.0656
8.0775	0.0732	0.0674	1.0861	0.0659	0.0624	1.0571
10.178	0.0482	0.0449	1.0735	0.0458	0.0437	1.0483
12.824	0.0324	0.0307	1.0554	0.0319	0.0307	1.0394
16.158	0.0221	0.0214	1.0327	0.0222	0.0215	1.0307
23.752	0.0121	0.0121	1.0000	0.0121	0.0119	1.0168
34.916	0.0068	0.0070	0.9714	0.0066	0.0066	1.0015

* 0.7794 – соответствует уравнению BKWN-M.

С целью создания наглядного представления о характере поведения рассчитанных изэнтроп расширения продуктов детонации некоторые результаты табл. 4 показаны графически на рис. 2-5. На рис. 2 изэнтропа продуктов детонации представлена в довольно широком диапазоне их расширения из исходного состояния. Отчетливо видно, что основной динамический процесс возможного воздействия продуктов детонации на преграду будет происходить на самой начальной стадии расширения, которая характеризуется сильным спадом давления при увеличении объема продуктов детонации. Если в исходном состоянии, соответствующему значению $V = 0.7794$, давление $P_m = 37.150$ ГПа, то при $V = 1.4871$ $P_m = 4.629$ ГПа и при $V = 3.2048$ $P_m = 0.511$ ГПа. Довольно характерным для такого типа процессов является показанный на рис. 3 вид этой зависимости в логарифмических координатах.

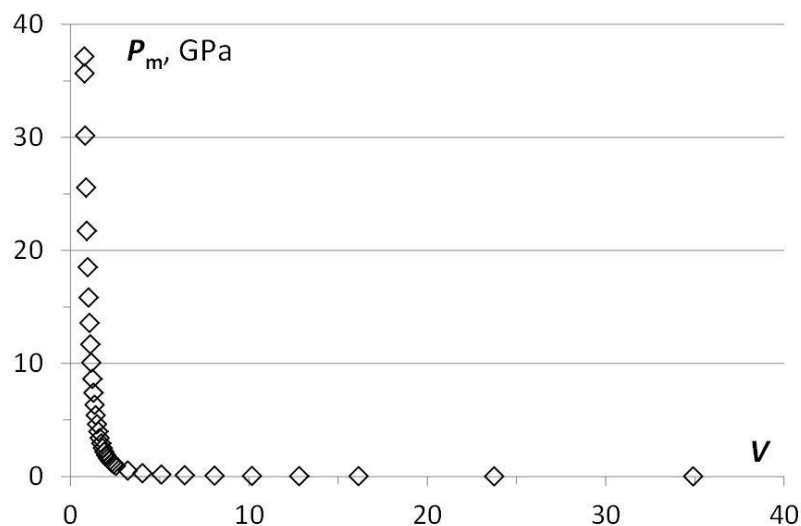


Рис. 2. Влияние удельного объема продуктов детонации на давление P_m на изэнтропе расширения ТКХ-50 с энтальпией образования 194.1 кДж/моль.

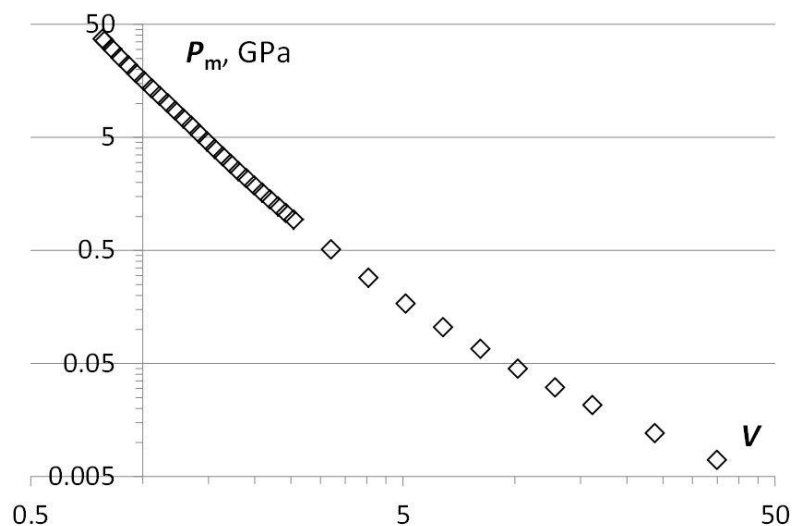


Рис. 3. Влияние удельного объема продуктов детонации на давление P_m на изэнтропе расширения ТКХ-50 с энтальпией образования 194.1 кДж/моль в логарифмических координатах.

Более подробное сопоставление результатов, полученных для изэнтроп расширения при использовании функциональных зависимостей уравнений состояния ВКВ и JWЛ, сделано на рис. 4, 5. На рис. 4 показаны отношения P_{nj}/P_n и P_{mj}/P_m в довольно широком диапазоне расширения продуктов детонации из исходного состояния. Эти зависимости указывают, что в результате аппроксимации результатов, полученных при использовании уравнений состояния ВКВ и ВКВ-М, функциональная зависимость (1) из уравнения состояния JWЛ дает некоторое занижение значений P , вплоть до 30% в точке минимума, в диапазоне относительных объемов от 2 до 13. Это может быть обусловлено только довольно простой, но удобной для газодинамических расчетов, структурой изэнтропы расширения JWЛ (1).

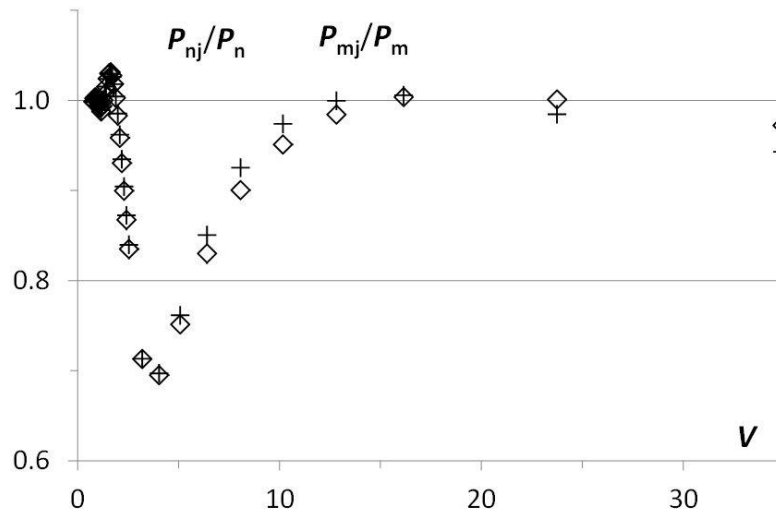


Рис. 4. Влияние удельного объема продуктов детонации на отношения P_{nj}/P_n (ромбы) и P_{mj}/P_m (кресты) для ТКХ-50 с энтальпией образования 194.1 кДж/моль.

На рис. 5 показаны отношения P_n/P_m и P_{nj}/P_{mj} в довольно широком диапазоне расширения продуктов детонации из исходного состояния. Зависимость P_n/P_m от удельного объема обусловлена определенным, не очень значительным, различием изэнтроп расширения для уравнений состояния ВКWN и ВКWN-М. Так первая показывает некоторое превышение над второй, вплоть до 9% в точке максимума, в диапазоне относительных объемов от 2 до 24. Переход к результатам аппроксимации указывает на некоторое относительное сглаживание зависимости P_{nj}/P_{mj} . Максимальное превышение составляет здесь уже 7%, а при относительном объеме 35 отношение P_{nj}/P_{mj} становится близким к единице.

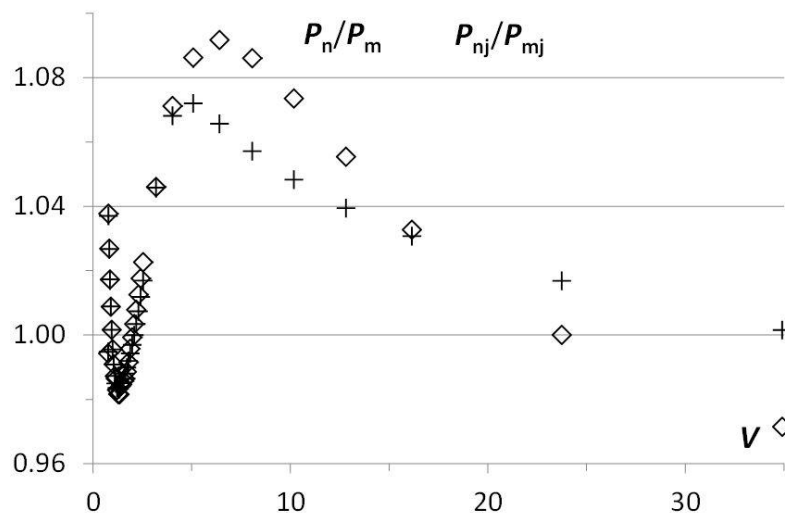


Рис. 5. Влияние удельного объема продуктов детонации на отношения P_n/P_m (ромбы) и P_{nj}/P_{mj} (кресты) для ТКХ-50 с энтальпией образования 194.1 кДж/моль.

Рассчитанные изэнтропы для пористого материала приведены в табл. 5 также в представлении уравнений состояния ВКW и JWЛ. Обозначения и индексация здесь

полностью соответствуют таковым для табл. 4. Отношения P_n/P_m и P_{nj}/P_{mj} для этого пористого материала в довольно широком диапазоне расширения продуктов детонации из исходного состояния показаны на рис. 6. Характер поведения этих зависимостей полностью подобен характеру поведения такого рода зависимостей для компактного материала, приведенных на рис. 5.

Табл. 5. Изэнтропы расширения продуктов детонации пористого ($\rho/\rho_0 = 0.90$) ТКХ-50 с энтальпией образования 194.1 кДж/моль в представлении уравнений состояния ВКВ и JWЛ

V	P_n	P_m	P_n/P_m	P_{nj}	P_{mj}	P_{nj}/P_{mj}
	GPa	GPa		GPa	GPa	
0.7749(687)*	28.8957	29.1010	0.9929	28.8002	29.0125	0.9927
0.8545	20.8368	20.7376	1.0048	20.9873	20.8846	1.0049
0.8972	17.8029	17.8167	0.9992	17.9146	17.9226	0.9996
0.9421	15.2668	15.3472	0.9948	15.3021	15.3792	0.9950
0.9892	13.1359	13.2510	0.9913	13.0873	13.2021	0.9913
1.0386	11.347	11.4618	0.9900	11.2130	11.3428	0.9886
1.0906	9.7365	9.8660	0.9869	9.6278	9.7567	0.9868
1.1451	8.3684	8.4906	0.9856	8.2860	8.4039	0.9860
1.2023	7.2045	7.3055	0.9862	7.1477	7.2489	0.9860
1.2625	6.1842	6.2613	0.9877	6.1789	6.2608	0.9869
1.3256	5.3096	5.3721	0.9884	5.3508	5.4131	0.9885
1.3919	4.5679	4.6152	0.9898	4.6395	4.6835	0.9906
1.4614	3.9383	3.9712	0.9917	4.0256	4.0532	0.9932
1.5345	3.4034	3.4230	0.9943	3.4933	3.5069	0.9961
1.6112	2.9481	2.9560	0.9973	3.0300	3.0321	0.9993
1.6918	2.5601	2.5578	1.0009	2.6257	2.6187	1.0027
1.7764	2.2287	2.2180	1.0048	2.2723	2.2584	1.0062
1.8652	1.9451	1.9275	1.0091	1.9635	1.9445	1.0098
1.9585	1.7019	1.6788	1.0138	1.6939	1.6714	1.0135
2.0564	1.4929	1.4655	1.0187	1.4592	1.4344	1.0173
2.1592	1.3128	1.2822	1.0239	1.2555	1.2295	1.0212
2.2672	1.1572	1.1245	1.0291	1.0796	1.0531	1.0253
2.3805	1.0225	0.9884	1.0345	0.9284	0.9020	1.0294
2.4996	0.9056	0.8708	1.0400	0.7991	0.7732	1.0335
2.6245	0.8038	0.7690	1.0453	0.6891	0.6641	1.0377
3.3069	0.4704	0.4400	1.0691	0.3612	0.3424	1.0551
4.1667	0.2871	0.2641	1.0871	0.2170	0.2043	1.0622
5.2501	0.1810	0.1655	1.0937	0.1454	0.1372	1.0600
6.6151	0.1162	0.1063	1.0931	0.1016	0.0964	1.0546
8.3350	0.0765	0.0706	1.0836	0.0717	0.0683	1.0487
10.5021	0.0515	0.0482	1.0685	0.0506	0.0485	1.0429
13.2327	0.0352	0.0337	1.0445	0.0357	0.0344	1.0369
16.6732	0.0245	0.0239	1.0251	0.0252	0.0244	1.0311
24.5096	0.0137	0.0138	0.9928	0.0141	0.0138	1.0210

36.0291	0.0078	0.0081	0.9630	0.0079	0.0078	1.0116
52.9628	0.0045	0.0048	0.9375	0.0044	0.0044	1.0023
77.8552	0.0026	0.0029	0.8966	0.0025	0.0025	0.9920

* 0.7687 – соответствует уравнению BKWN-M.

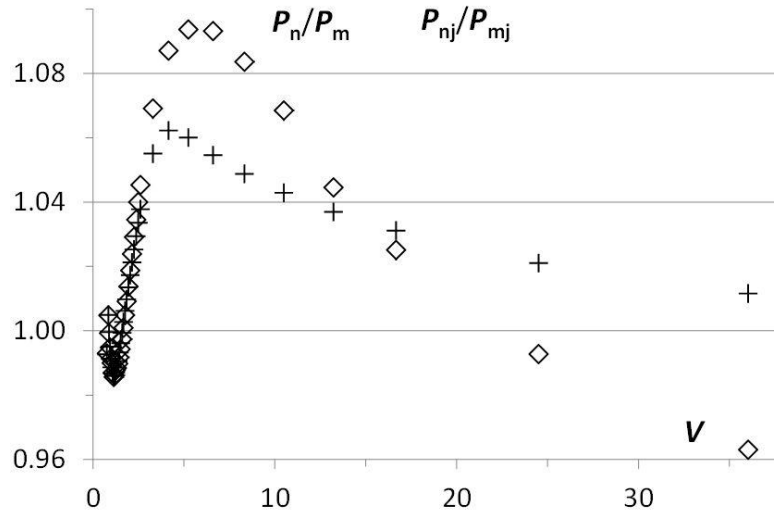


Рис. 6. Влияние удельного объема продуктов детонации на отношения P_n/P_m (ромбы) и P_{nj}/P_{mj} (кресты) для пористого ($\rho/\rho_0 = 0.90$) ТКХ-50 с энтальпией образования 194.1 кДж/моль.

Полученные в расчетах с использованием уравнений состояния BKWN и BKWN-M параметры уравнения состояния JWL продуктов детонации ТКХ-50 для разной энтальпии образования и разных плотностей представлены в табл. 6, 7. Детонационные характеристики ТКХ-50 для этих энтальпий образования, рассчитанные в процессе получения этих уравнений состояния, приводились ранее в табл. 2, 3.

Табл. 6. Параметры уравнения состояния JWL продуктов детонации ТКХ-50 для трех значений энтальпии образования при расчете с использованием уравнения состояния BKWN

ρ/ρ_0	A	B	C	R_1	R_2	ω
		GPa				
			$\Delta_f H_s^\circ = 175.3 \text{ kJ/mol}$			
1.00	4373.26	79.781	1.7464	6.8984	2.0726	0.5375
0.95	2949.89	67.260	1.6875	6.6258	2.0630	0.5361
0.90	1719.36	50.739	1.7296	6.1008	1.9881	0.5094
			$\Delta_f H_s^\circ = 194.1 \text{ kJ/mol}$			
1.00	4287.09	79.103	1.7537	6.8635	2.0835	0.5707
0.95	2911.73	67.353	1.7160	6.6034	2.0583	0.5337
0.90	1691.05	50.559	1.7526	6.0698	1.9801	0.5077
			$\Delta_f H_s^\circ = 213.4 \text{ kJ/mol}$			
1.00	4282.17	80.001	1.8024	6.8620	2.0868	0.5653

0.95	2884.37	67.559	1.7456	6.5862	2.0545	0.5312
0.90	1663.14	50.393	1.7759	6.0388	1.9722	0.5059

Табл. 7. Параметры уравнения состояния JWL продуктов детонации ТКХ-50 для трех значений энтальпии образования при расчете с использованием уравнения состояния BKWN-M

ρ/ρ_0	A	B	C	R_1	R_2	ω
		GPa				
			$\Delta_f H_s^\circ = 175.3$ kJ/mol			
1.00	3133.21	80.478	1.5116	6.5728	2.0726	0.5375
0.95	2192.08	68.567	1.4506	6.3220	2.0475	0.4920
0.90	1719.36	50.739	1.7296	6.1008	1.9881	0.5094
			$\Delta_f H_s^\circ = 194.1$ kJ/mol			
1.00	3097.31	80.400	1.5381	6.5511	2.0666	0.5344
0.95	2294.91	72.731	1.6299	6.4129	2.0941	0.5108
0.90	1341.96	52.810	1.5868	5.8261	1.9904	0.4832
			$\Delta_f H_s^\circ = 213.4$ kJ/mol			
1.00	3082.54	80.588	1.5015	6.5368	2.0569	0.5113
0.95	2293.26	73.544	1.6614	6.4109	2.0958	0.5065
0.90	1345.12	53.248	1.6070	5.8237	1.9888	0.4810

Заключение

Выполнен расчетный анализ уравнения состояния продуктов детонации энергетического материала ТКХ-50. Термохимические и термодинамические расчеты проводились с использованием известной термохимической программы Exрlo5. В расчетах использовались три близких и достаточно реалистичных значения стандартной энтальпии образования ТКХ-50, полученные тремя разными группами исследователей. Это значение 194.1 кДж/моль, полученное в 2015 году, и два значения 175.3 и 213.4 кДж/моль, полученные в 2023 году. Рассматривался компактный материал, имеющий плотность 1.877 г/см³, и два пористых материала, имеющие пористость 5 и 10%. Для описания продуктов детонации в проведенных расчетах использовалось уравнение состояния ВКВ в двух его формах: в стандартной форме ВКВН и в модифицированной форме ВКВН-М. В расчетах с использованием обеих форм уравнения состояния ВКВ были определены все детонационные характеристики ТКХ-50, соответствующие этим трем значениям энтальпии образования и трем значениям плотности. Для сопоставления всех этих результатов использовались, прежде всего, такие основные детонационные характеристики, как скорость детонации и давление детонации. Также для всех указанных ситуаций были определены параметры уравнения состояния JWL, которые могут быть использованы для газодинамических расчетов. Более значительный объем вычислений выполнен для среднего значения энтальпии образования ТКХ-50. Здесь в качестве сопоставляемых объектов использовались расчетные изэнтропы расширения продуктов детонации, соответствующие используемым в программе уравнениям состояния ВКВН, ВКВН-М и JWL. Выявлены определенные незначительные различия в ходе изэнтроп расширения, соответствующих уравнениям состояния ВКВН и ВКВН-М. Показаны также

подобного типа различия при переходе от этих изэнтроп к изэнтропам расширения, соответствующим уравнению состояния JWЛ.

Литература:

1. Fischer N., Fischer D., Klapötke T.M., Piercey D.G., Stierstorfer J. Pushing the limits of energetic materials – the synthesis and characterization of dihydroxylammonium 5,5'-bistetrazole-1,1'-diolate // *J. Mater. Chem.* - 2012. - Vol. 22, Iss. 38. - P. 20418-20422.
2. Fischer N., Klapötke T.M., Mušanić S.M., Stierstorfer J., Sućeska M. TKX-50 // *Proc. 16th Int. Seminar "New Trends in Research of Energetic Materials"*. - Pardubice, Czech Republic, 2013. - P. 566-577.
3. Klapötke T.M. TKX-50: A highly promising secondary explosive // *Materials Research and Applications: Select Papers from JCH8-2019*. - Singapore: Springer Nature Pte Ltd., 2021. - P. 1-91.
4. Голубев В.К. Влияние заданного значения энтальпии образования на детонационные характеристики на примере энергетического материала ТКХ-50 [Электронный ресурс] // *Sci-article.ru*. – 2021. URL: <http://sci-article.ru/stat.php?i=1613592890> (дата обращения: 21.02.2021).
5. Конькова Т.С., Матюшин Ю.Н., Вахтина А.И., Мирошниченко Е.А., Асаченко А.Ф., Джеваков П.Б., Шишов Н.И. Термохимические свойства ТКХ-50 (дигидроксиламмоний-5,5'-бистетразолат-1,1'-диолат) // *Успехи в специальной химии и химической технологии*. - М.: ДеЛи плюс, 2015. - С. 167-168.
6. Konkova T.S., Matjushin J.N., Miroshnichenko E.A., Asachenko A.F., Dzhevakov P.B. Thermochemical properties TKX-50 (Dihydroxylammonium-5,5'-bistetrazole-1,1'-diolate) // *Annual Conference (International) of ICT*. - Karlsruhe, Germany, 2016. - P. 90/1–90/8.
7. Конькова Т.С. Матюшин Ю.Н., Мирошниченко Е.А., Махов М.Н., Воробьев А.Б., Иноземцев А.В. Энергетические свойства производных 1,2,4-триазола // *Горение и взрыв*. - 2018. - Т. 11, №4. - С. 90-99.
8. Голубев В.К. Расчет детонационных характеристик энергетического композиционного материала на основе взрывчатого вещества ТКХ-50 и парафина [Электронный ресурс] // *SCI-ARTICLE.RU*. – 2021. URL: <http://sci-article.ru/stat.php?i=1615941046> (дата обращения: 18.03.2021).
9. Голубев В.К. Расчет детонационных характеристик энергетического композиционного материала на основе взрывчатого вещества ТКХ-50 и энергетического связующего GAP [Электронный ресурс] // *Sci-Article.ru*. – 2021. URL: <http://sci-article.ru/stat.php?i=1617162201> (дата обращения: 01.04.2021).
10. Голубев В.К. Расчет детонационных характеристик энергетических композиционных материалов на основе взрывчатого вещества ТКХ-50 и энергетических полимерных связующих АММО и ВАМО [Электронный ресурс] // *Sci-Article.ru*. – 2021. URL: <http://sci-article.ru/stat.php?i=1619906382> (дата обращения: 06.05.2021).
11. Голубев В.К. Расчет детонационных характеристик энергетического композиционного состава на основе взрывчатого вещества ТКХ-50 и полимерного связующего НТПВ [Электронный ресурс] // *Sci-Article.ru*. – 2023. URL: <http://sci-article.ru/stat.php?i=1700235416> (дата обращения: 22.11.2023).
12. Sućeska M. *Explo5. Version 6.04 User's Guide*. – Zagreb, Croatia, 2017. – 174 p.
13. Голубев В.К. Анализ экспериментальных данных по скорости детонации взрывчатых составов на основе ТКХ-50 [Электронный ресурс] // *Sci-Article.ru*. – 2021. URL: <http://sci-article.ru/stat.php?i=1621266649> (дата обращения: 19.05.2021).
14. Zhang W.P., Bi F.Q., Wang Y.S., Huang Y.F., Li W.X., Wang C.L., Zhao S.X. Calculation of theory detonation velocity of dihydroxylammonium 5,5'-bistetrazole-1,1'-diolate // *Chinese Journal of Explosives & Propellants*. – 2015. – Vol. 38, No. 06. – P. 67-

71.

15. Golubev V.K., Klapötke T.M. Calculated estimations of the performance for TKX-50 based formulations. *Journal of Physics: Conference Series*. 2022. Vol. 2154. PETER 2021 New Models and Hydrocodes for Shock Wave Physics. 012006 (9 p.).
16. Klapötke T.M., Cudziło S., Trzciński W.A. An answer to the question about the energetic performance of TKX-50. *Propellants, Explosives, Pyrotechnics*. 2023. Vol. 47, Iss. 6. e202100358 (9 p.).
17. Silva A.L.R., Almeida A.R.R.P., Ribeiro da Silva M.D.M.C., Reinhardt J., Klapotke T.M. On the enthalpy of formation and enthalpy of sublimation of dihydroxylammonium 5,5'-bitetrazole-1,1'-dioxide (TKX-50). *Propellants, Explosives, Pyrotechnics*. 2023. Vol. 48, Iss. 7. e202200361 (13 p.).
18. Голубев В.К. Уравнение состояния продуктов детонации тротила из эксперимента и из термохимического расчета. [Электронный ресурс] // *Sci-article.ru*. 2023. – URL: <http://sci-article.ru/stat.php?i=1694973621> (дата обращения: 19.09.2023).
19. Голубев В.К. Уравнение состояния продуктов детонации октогена из эксперимента и из термохимического расчета. [Электронный ресурс] // *Sci-article.ru*. 2023. – URL: <http://sci-article.ru/stat.php?i=1698871889> (дата обращения: 03.11.2023).
20. Sućeska M. *Explo5. Version 6.06 User's Guide*. – Zagreb, Croatia, 2021. – 197 p.
21. Sućeska M., Tumara B.S., Künzel M. Using thermochemical code Explo5 to predict the performance parameters of explosives // *High Energy Materials*. – 2021. – Vol. 13. – P. 17-27.
22. Голубев В.К. Скорость детонации тринитротолуола в эксперименте и термохимическом расчете [Электронный ресурс] // *Sci-article.ru*. 2023. – URL: <http://sci-article.ru/stat.php?i=1679943458> (дата обращения: 28.03.2023).

МЕДИЦИНА

ОСОБЕННОСТИ, ОЦЕНКА И ЛЕЧЕНИЕ КОРОНАВИРУСА (COVID-19)

Abilov Pulat Melisovich

ассистент, PhD (доктор философии по медицинским наукам)
Ташкентская Медицинская Академия
преподаватель

**Махкамова Ф.Т., кандидат медицинских наук, доцент кафедры
оториноларингологии и детской стоматологии Ташкентского
Педиатрического медицинского института**

Ключевые слова: этиология; патогенез; лечение; COVID-19

Keywords: etiology; pathogenesis; treatment; COVID-19

Аннотация: В данной статье приводятся данные по этиологии, патогенезу, диагностики и современных методов лечения коронавирусной инфекции.

Abstract: This article provides data on the etiology, pathogenesis, diagnosis and modern methods of treating coronavirus infection.

УДК 616-036.111

Актуальность. Коронавирусное заболевание 2019 (COVID-19) — высококонтагиозное вирусное заболевание, вызываемое тяжелым острым респираторным синдромом коронавируса 2 (SARS-CoV-2). COVID-19 оказал катастрофическое воздействие на мир, в результате чего во всем мире погибло более 6 миллионов человек. После того, как в конце декабря 2019 года в Ухане, провинция Хубэй, Китай, были зарегистрированы первые случаи этого преимущественно респираторного вирусного заболевания, SARS-CoV-2 быстро распространился по всему миру. Это вынудило Всемирную организацию здравоохранения (ВОЗ) объявить это глобальной пандемией 11 марта 2020 года.[1]

Цель исследования. Провести открытое исследование по изучению этиологии, патогенеза, дифференциальной диагностики и лечения коронавирусной инфекции

Несмотря на то, что значительный прогресс в клинических исследованиях привел к лучшему пониманию SARS-CoV-2, во многих странах продолжают наблюдаться вспышки этого вирусного заболевания. Эти вспышки в первую очередь связаны с появлением мутантных вариантов вируса. Как и другие РНК-вирусы, SARS-CoV-2 адаптируется в ходе генетической эволюции и развития мутаций. В результате появляются мутантные варианты, которые могут иметь характеристики, отличные от характеристик их предковых штаммов. В ходе этой пандемии было описано несколько вариантов SARS-CoV-2, среди которых лишь немногие считаются вызывающими беспокойство вариантами (ЛОС).

Научная новизна. Впервые проводится столь масштабное исследование коронавирусной инфекции.

По данным эпидемиологической информации ВОЗ, с начала пандемии было выявлено 5 ЛОС SARS-CoV-2:

Альфа (B.1.1.7): Первый вызывающий беспокойство вариант, описанный в Соединенном Королевстве (Великобритания) в конце декабря 2020 г.[2]
 Бета (B.1.351): впервые сообщалось в Южной Африке в декабре 2020 г.[2]
 Гамма (P.1): впервые сообщалось в Бразилии в начале января 2021 г.[2]
 Дельта (B.1.617.2): впервые сообщалось в Индии в декабре 2020 г.[2]
 Омикрон (B.1.1.529): впервые сообщалось в Южной Африке в ноябре 2021 г.[3]
 Несмотря на беспрецедентную скорость разработки вакцины против COVID-19 и активные глобальные усилия по массовой вакцинации, появление новых вариантов SARS-CoV-2 грозит свести на нет прогресс, достигнутый в ограничении распространения этого заболевания. Целью этого обзора является всестороннее описание этиологии, эпидемиологии, патофизиологии и клинических особенностей COVID-19. В этом обзоре также представлен обзор различных вариантов SARS-CoV-2 и рекомендуемого в руководствах лечения (по состоянию на январь 2023 г.) для лечения этого заболевания.

Коронавирусы (CoV) — это вирусы с одноцепочечной РНК (+ssRNA) с положительным смыслом, имеющие под электронным микроскопом вид, напоминающий корону (согопат — латинский термин, обозначающий корону) из-за присутствия шиповидных гликопротеинов на оболочке.[1] Подсемейство Orthocoronavirinae семейства Coronaviridae (отряд Nidovirales) подразделяется на 4 рода CoV:

Альфакоронавирус (альфаCoV)
 Бетакоронавирус (бетаCoV)
 Дельтакоронавирус (дельтаCoV)
 Гаммакоронавирус (гаммаCoV)

Род BetaCoV далее делится на 5 подродов или линий.[4] Геномная характеристика показала, что вероятными источниками генов альфа- и бета-коронавирусов являются летучие мыши и грызуны. Виды птиц, по-видимому, являются источником дельта- и гамма-коров. CoV стали важными возбудителями новых вспышек респираторных заболеваний. Члены этого большого семейства вирусов могут вызывать респираторные, кишечные, печеночные и неврологические заболевания у различных видов животных, включая верблюдов, крупный рогатый скот, кошек и летучих мышей.

Эти вирусы могут преодолевать видовые барьеры и заражать людей. Выявлено семь человеческих CoV (HCoV), способных заражать человека. Некоторые HCoV были идентифицированы в середине 1960-х годов, тогда как другие были обнаружены только в новом тысячелетии. В целом, по оценкам, 2% населения являются здоровыми носителями CoV и что эти вирусы ответственны за от 5% до 10% острых респираторных инфекций.[5]

Распространенные человеческие CoV: HCoV-OC43 и HCoV-NKU1 (бета-CoV линии A), HCoV-229E и HCoV-NL63 (альфа-CoV). Эти вирусы могут вызывать простуду и самоизлечивающиеся инфекции верхних дыхательных путей у иммунокомпетентных

лиц. Однако у пациентов с ослабленным иммунитетом и пожилых людей из-за этих вирусов могут возникать инфекции нижних дыхательных путей. Другие человеческие CoV: SARS-CoV и MERS-CoV (бета-CoV линий В и С соответственно). Эти вирусы считаются более вирулентными и способны вызывать эпидемии с респираторными и внереспираторными проявлениями различной клинической степени тяжести.[1] SARS-CoV-2 — это новый бета-CoV, принадлежащий к тому же подроду, что и коронавирус тяжелого острого респираторного синдрома (SARS-CoV) и коронавирус ближневосточного респираторного синдрома (MERS-CoV), которые ранее были причастны к SARS-CoV и MERS. -Эпидемии CoV с уровнем смертности до 10% и 35% соответственно.[6] Он имеет круглую или эллиптическую, часто плеоморфную форму и диаметр примерно от 60 до 140 нм. Как и другие CoV, он чувствителен к ультрафиолетовым лучам и теплу.[6]

Температура инактивации SARS-CoV-2 исследуется. Поверхность из нержавеющей стали, выдержанная при температуре воздуха 54,5°C (130°F), приводит к инактивации 90% SARS-CoV-2 примерно за 36 минут.[7] Он выдерживает более низкие температуры, даже ниже 0°C. Однако эффективно инактивировать эти вирусы могут липидные растворители, в том числе эфир (75%), этанол, хлорсодержащие дезинфицирующие средства, пероксиуксусная кислота и хлороформ (кроме хлоргексидина).

Хотя происхождение SARS-CoV-2 в настоящее время неизвестно, широко распространено мнение о его зоонозной передаче.[1] Геномный анализ предполагает, что SARS-CoV-2, вероятно, произошел от штамма, обнаруженного у летучих мышей. Геномное сравнение последовательности SARS-CoV-2 человека и известных коронавирусов животных выявило высокую гомологию (96%) между SARS-CoV-2 и бета-CoV RaTG13 летучих мышей (*Rhinolophus affinis*).[8] Было высказано предположение, что, как и в случае с SARS и MERS, SARS-CoV-2 передался от летучих мышей к промежуточным хозяевам, таким как панголины и норки, а затем к человеку.[9][10]

Варианты SARS-CoV-2

В конечном итоге был идентифицирован глобально доминирующий вариант D614G, который ассоциировался с повышенной трансмиссивностью, но не был способен вызывать тяжелые заболевания.[11] Другой вариант был связан с передачей инфекции от инфицированной норки, выращенной на фермах в Дании, но не был связан с повышенной заразностью.[10] С тех пор было описано множество вариантов SARS-CoV-2, из которых некоторые считаются вызывающими беспокойство вариантами (ЛОС) из-за их способности вызывать повышенную заразность или вирулентность. Центры США по контролю и профилактике заболеваний (CDC) и ВОЗ независимо друг от друга создали систему классификации, позволяющую различать возникающие варианты SARS-CoV-2 на вызывающие беспокойство варианты (VOC) и варианты, представляющие интерес (VOI).

Варианты SARS-CoV-2, вызывающие беспокойство (ЛОС)

Альфа (родословная B.1.1.7)

В конце декабря 2020 года в Великобритании был зарегистрирован вариант Альфа, или GRV (ранее GR/501Y.V1), на основании полногеномного секвенирования образцов пациентов, у которых был положительный результат теста на SARS-CoV-2.[12][13]

Вариант также был идентифицирован с помощью коммерческого анализа, характеризующегося отсутствием гена S (S-gen Target Fail, SGTF) в образцах ПЦР. Вариант B.1.1.7 включает 17 мутаций в вирусном геноме. Из них 8 мутаций (делеция Δ69-70, делеция Δ144, N501Y, A570D, P681H, T716I, S982A, D1118H) находятся в белке шипа (S). N501Y демонстрирует повышенное сродство белка-шипа к рецепторам ACE 2, усиливая прикрепление вируса и последующее проникновение в клетки-хозяева.[14][15][16]

Сообщается, что этот альфа-вариант был на 43–82% более заразным, превзойдя ранее существовавшие варианты SARS-CoV-2 и стал доминирующим вариантом SARS-CoV-2 в Великобритании.[15]

Первоначальное исследование «случай-контроль» не выявило существенных различий в риске госпитализации или связанной с этим смертности при использовании варианта линии B.1.1.7 по сравнению с другими существующими вариантами. Однако последующие исследования показали, что у людей, инфицированных вариантом линии B.1.1.7, тяжесть заболевания была выше, чем у людей, инфицированных другими циркулирующими вариантами.

Крупное когортное исследование, проведенное в Великобритании, показало, что коэффициент смертности пациентов, инфицированных вариантом линии B.1.1.7, составил 1,64 (95% доверительный интервал от 1,32 до 2,04, $P < 0,0001$) по сравнению с пациентами с ранее циркулирующими штаммами. 18]

В другом исследовании сообщалось, что вариант B.1.1.7 был связан с повышенной смертностью по сравнению с другими вариантами SARS-CoV-2 (OR = 1,61, 95% ДИ 1,42–1,82).[19] Сообщается, что риск смерти был выше (скорректированный коэффициент риска 1,67, 95% ДИ 1,34–2,09) среди лиц с подтвержденной инфекцией B.1.1.7 по сравнению с лицами с SARS-CoV-2, не связанным с B.1.1.7.[20]

Бета (родословная B.1.351)

Бета-вариант, или GH501Y.V2, с множественными шиповыми мутациями, привел ко второй волне заражения COVID-19 и впервые был обнаружен в Южной Африке в октябре 2020 года.[21]

Вариант B.1.351 включает 9 мутаций (L18F, D80A, D215G, R246I, K417N, E484K, N501Y, D614G и A701V) в белке-шипе, из которых 3 мутации (K417N, E484K и N501Y) расположены в рецепторе, связывающий домен (RBD) и увеличивает его аффинность связывания с рецепторами АПФ.[22][14][23] SARS-CoV-2 501Y.V2 (линия B.1.351) был зарегистрирован в США в конце января 2021 года.

Этот вариант имел повышенный риск передачи и снижение нейтрализации при терапии моноклональными антителами, сывороткой выздоравливающих и поствакцинальной сывороткой.

Гамма (линия P.1)

Вариант Гамма, или GR/501Y.V3, был идентифицирован в декабре 2020 года в Бразилии и впервые обнаружен в США в январе 2021 года.[25] Этот вариант B.1.1.28 содержит десять мутаций в белке-шипе (L18F, T20N, P26S, D138Y, R190S, H655Y, T1027I, V1176, K417T, E484K и N501Y). Три мутации (L18F, K417N, E484K) расположены в RBD, как и вариант B.1.351.[25]

Дельта (линия B.1.617.2)

Вариант Дельта был первоначально идентифицирован в декабре 2020 года в Индии и стал причиной второй смертельной волны инфекции COVID-19 в апреле 2021 года в Индии. В США этот вариант впервые был обнаружен в марте 2021 года.[2] Вариант B.1.617.2 содержит десять мутаций (T19R, (G142D*), 156del, 157del, R158G, L452R, T478K, D614G, P681R, D950N) в белке-шипе.

Омикрон (родословная B.1.1.529)

Вариант Омикрона был впервые идентифицирован в Южной Африке 23 ноября 2021 года после резкого роста числа случаев COVID-19.[26]

Омикрон был быстро признан ЛОС из-за более чем 30 изменений в шиповидном белке вируса и резкого роста числа случаев, наблюдавшихся в Южной Африке.

Сообщаемые мутации включают T91 в оболочке, P13L, E31del, R32del, S33del, R203K, G204R в белке нуклеокапсида, D3G, Q19E, A63T в матриксе, N211del/L212I, Y145del, Y144del, Y143del, G142D, T95I, V70del, H69del, A67V в N-концевом домене шипа, Y505H, N501Y, Q498R, G496S, Q493R, E484A, T478K, S477N, G446S, N440K, K417N, S375F, S373P, S371L, G339D в рецепторсвязывающем домене спайк, D796Y в слитом пептиде шипа, L981F, N969K, Q954H в гептадном повторе 1 шипа, а также множество других мутаций в неструктурных белках и белке шипа. Было идентифицировано множество подвариантов Омикрона, таких как BA.1, BA.2, BA.3, BA.4 и BA.5.[3]

Передача SARS-CoV-2

Основным способом передачи SARS-CoV-2 является воздействие капель дыхательных путей, несущих инфекционный вирус, при тесном контакте или прямая передача от предсимптомных, бессимптомных или симптоматических лиц, носящих вирус.[1]

Воздушно-капельная передача при процедурах, генерирующих аэрозоли, также была вовлечена в распространение COVID-19. Имеются данные, указывающие на передачу SARS-CoV-2 воздушно-капельным путем при отсутствии процедур, связанных с образованием аэрозолей; однако этот способ передачи не получил повсеместного признания.

Передача фомита при загрязнении неодушевленных поверхностей SARS-CoV-2 хорошо охарактеризована на основании многих исследований, сообщающих о жизнеспособности SARS-CoV-2 на различных пористых и непористых поверхностях. В экспериментальных условиях SARS-CoV-2 был стабилен на поверхностях из нержавеющей стали и пластика по сравнению с медными и картонными поверхностями, при этом жизнеспособный вирус обнаруживался в течение 72 часов после инокуляции поверхностей вирусом.[29] Жизнеспособный вирус изолировали на срок до 28 дней при температуре 20°C с непористых поверхностей, таких как стекло и нержавеющая сталь. И наоборот, восстановление SARS-CoV-2 на пористых материалах было снижено по сравнению с непористыми поверхностями.[30] В больницах SARS-CoV-2 обнаруживался на полу, компьютерных мышах, мусорных баках, поручнях кроватей больных и в воздухе (на расстоянии до 4 метров от пациентов).[31] Центры по контролю и профилактике заболеваний (CDC) заявили, что люди могут заразиться SARS-CoV-2 при контакте с поверхностями, зараженными вирусом, но риск низкий и не является основным путем передачи этого вируса. Эпидемиологические данные нескольких тематических исследований показали, что у пациентов с инфекцией SARS-CoV-2 живой вирус присутствует в фекалиях, что предполагает возможную фекально-оральную передачу.[32]

Метаанализ, включавший 936 новорожденных от матерей с COVID-19, показал, что вертикальная передача возможна, но происходит в меньшинстве случаев.[33]

Эпидемиология

В 2020 году COVID-19 стал третьей по значимости причиной смертности в Соединенных Штатах (США) после болезней сердца и рака, при этом погибло около 375 000 человек.[34]

Риску заражения этой инфекцией подвержены люди всех возрастов. Однако пациенты в возрасте ≥ 60 лет и пациенты с сопутствующими заболеваниями (ожирение, сердечно-сосудистые заболевания, хронические заболевания почек, диабет, хронические заболевания легких, курение, рак, пациенты с трансплантацией твердых органов или гемопоэтических стволовых клеток) имеют повышенный риск развития тяжелой формы COVID-19. 19 инфекция.

По данным CDC, возраст остается самым сильным предиктором плохих результатов и тяжелого течения заболевания у пациентов с COVID-19. По данным Национальной системы статистики естественного движения населения (NVSS) Центра по контролю и профилактике заболеваний (CDC), пациенты с COVID-19 в возрасте от 50 до 64 лет имеют в 25 раз более высокий риск смерти по сравнению со взрослыми, инфицированными этим заболеванием и в возрасте менее 30 лет. У пациентов от 65 до 74 лет этот риск увеличивается в 60 раз. У пациентов старше 85 лет риск смерти увеличивается в 340 раз. По данным CDC, эти данные включают все случаи смерти в США за весь период пандемии, с февраля 2020 года по 1 июля 2022 года, включая смерти среди несовершеннолетних.

Согласно анализу Stokes et al., процент пациентов с COVID-19, нуждающихся в госпитализации, был в 6 раз выше у пациентов с ранее существовавшими заболеваниями, чем у пациентов без заболеваний (45,4% против 7,6%).

Подтвержденных случаев было зарегистрировано в CDC с 22 января по 30 мая 2020 г.[35] Исследование также показало, что процент пациентов, скончавшихся от этого заболевания, был в 12 раз выше у пациентов с ранее существовавшими заболеваниями, чем у пациентов без них (19,5% против 1,6%).[35]

Данные о гендерных различиях в заболеваемости COVID-19 позволяют предположить, что пациенты мужского пола имеют более высокий риск тяжелого заболевания и повышенной смертности из-за COVID-19 по сравнению с пациентами женского пола.[36][37] Результаты ретроспективного когортного исследования с 1 марта по 21 ноября 2020 года, оценивающего уровень смертности в 209 больницах неотложной помощи Соединенных Штатов Америки (США), в которое вошли 42 604 пациента с подтвержденной инфекцией SARS-CoV-2, показали более высокий уровень смертности в пациенты мужского пола (12,5%) по сравнению с пациентами женского пола (9,6%)[38]

Сообщается, что группы расовых и этнических меньшинств имеют более высокий процент госпитализаций, связанных с COVID-19, чем белые пациенты, основываясь на недавнем анализе госпитализаций CDC из обширной административной базы данных, которая включала около 300 000 пациентов с COVID-19, госпитализированных с марта 2020 года по декабрь. 2020. Столь высокий процент госпитализаций по поводу COVID-19 среди расовых и этнических групп был обусловлен более высоким риском заражения SARS-CoV-2 и повышенным риском развития тяжелого заболевания COVID-19.[39] Метаанализ 50 исследований, проведенных исследователями из США и Великобритании, показал, что представители чернокожих, латиноамериканских и азиатских этнических меньшинств подвергаются повышенному риску заразиться и умереть от инфекции COVID-19.[40]

Уровень смертности от COVID-19 был самым высоким среди латиноамериканцев.[34] Другой анализ, проведенный Центрами по контролю и профилактике заболеваний (CDC), оценивающий риск заражения COVID-19 среди взрослых сексуальных меньшинств, показал, что основные сопутствующие заболевания, которые увеличивают риск развития тяжелой формы COVID-19, более распространены среди представителей сексуальных меньшинств, чем среди гетеросексуальных лиц в общей популяции и внутри определенных расовых/расовых групп. этнические группы.[41]

Патофизиология

Структурно и филогенетически SARS-CoV-2 похож на SARS-CoV и MERS-CoV и состоит из 4 основных структурных белков: гликопротеина шипа (S), гликопротеина оболочки (E), нуклеокапсида (N) и мембранного белка (M). . Он также содержит 16 неструктурных белков и 5-8 вспомогательных белков.[42]

Гликопротеин поверхностного шипа (S), напоминающий корону, расположен на внешней поверхности вириона. Он подвергается расщеплению на аминоконцевую субъединицу S1, что облегчает включение вируса в клетку-хозяина. Карбоксильная (C)-концевая субъединица S2 содержит слитый пептид, трансмембранный домен и цитоплазматический домен, ответственный за слияние мембран вируса и клетки.[43][44] Субъединица S1 далее делится на рецептор-связывающий домен (RBD) и N-концевой домен (NTD), который облегчает

проникновение вируса в клетку-хозяина и служит потенциальной мишенью для нейтрализации в ответ на антисыворотки или вакцины.[45]]

RBD является фундаментальным пептидом в патогенезе инфекции, поскольку он представляет собой сайт связывания для рецепторов ангиотензинпревращающего фермента 2 человека (ACE2). Ингибирование ренин-ангиотензин-альдостероновой системы (РААС) не увеличивает риск госпитализации по поводу COVID-19 и тяжелого течения заболевания.[46]

SARS-CoV-2 проникает в клетки-хозяева путем связывания шипа SARS-CoV-2 или белка S (S1) с рецепторами ACE2 в респираторном эпителии. Рецепторы ACE2 также экспрессируются другими органами, такими как верхний отдел пищевода, энтероциты подвздошной кишки, клетки миокарда, проксимальные канальцевые клетки почек и уротелиальные клетки мочевого пузыря. За процессом прикрепления вируса следует праймирование субъединицы белка S2 шипа трансмембранной сериновой протеазой 2 хозяина (TMPRSS2), которая облегчает проникновение в клетку и последующую репликацию вируса.

На ранней стадии инфекции репликация вируса приводит к прямому вирусопосредованному повреждению тканей. На поздней стадии инфицированные клетки-хозяева запускают иммунный ответ, привлекая Т-лимфоциты, моноциты и нейтрофилы. Цитокины, такие как фактор некроза опухоли- α (TNF α), гранулоцитарно-макрофагальный колониестимулирующий фактор (GM-CSF), интерлейкин-1 (IL-1), интерлейкин-6 (IL-6), IL-1 β , высвобождаются IL-8, IL-12 и интерферон (IFN)- γ . При тяжелом течении заболевания COVID-19 наблюдается «цитокиновая буря». Это происходит из-за чрезмерной активации иммунной системы и высокого уровня цитокинов в кровообращении. Это приводит к местной и системной воспалительной реакции.[49][50]

Влияние SARS-CoV-2 на дыхательную систему

Повышенная проницаемость сосудов и последующее развитие отека легких у пациентов с тяжелой формой COVID-19 объясняются множеством механизмов.[51][52][53] Эти механизмы включают в себя:

Эндотелиит в результате прямого вирусного поражения и периваскулярного поражения.

Диагностическое тестирование на COVID-19

Стандартным диагностическим тестом является взятие мазка из носоглотки на нуклеиновую кислоту SARS-CoV-2 с использованием ПЦР в реальном времени. качественное обнаружение вируса SARS-CoV-2 с использованием образцов, полученных из мазков из носоглотки, а также из других участков, таких как мазки из ротоглотки, передней/средней носовой раковины, носоглоточные аспираты, бронхоальвеолярный лаваж (БАЛ) и слюна.

Чувствительность ПЦР-тестирования зависит от множества факторов, включая адекватность образца, время с момента воздействия и источник образца.[79] Однако специфичность большинства коммерческих ПЦР-анализов SARS-CoV-2, одобренных FDA, составляет почти 100% при условии отсутствия перекрестного загрязнения во

время обработки образцов. Тесты на антиген SARS-CoV-2 менее чувствительны, но имеют более быстрое время выполнения, чем молекулярный ПЦР-тест.[80]

Несмотря на многочисленные тесты на антитела, разработанные на сегодняшний день, серологические тесты имеют ограничения по специфичности и чувствительности, а результаты разных тестов различаются. Согласно рекомендациям НИЗ, диагностировать острую инфекцию SARS-CoV-2 на основе серологического тестирования не рекомендуется. Они также заявили, что нет достаточных доказательств, чтобы рекомендовать за или против использования серологического тестирования для оценки иммунитета, даже если оно используется для принятия клинических решений относительно вакцин/моноклональных антител против COVID-19. [Руководство по лечению COVID-19 Национального института здравоохранения США]

Другие лабораторные оценки

Всем госпитализированным пациентам следует проводить общий анализ крови (ОАК), комплексную метаболическую панель (КМП), включающую исследование функции почек и печени, а также коагуляционную панель.

У госпитализированных пациентов можно рассмотреть возможность проведения дополнительных тестов, таких как СОЭ, С-реактивный белок (СРБ), ферритин, лактатдегидрогеназа и прокальцитонин. Однако их прогностическое значение при COVID-19 неясно.

Уровень D-димера необходим, поскольку он определяет использование терапевтических или профилактических доз антикоагулянтов. Методы визуализации. Это вирусное заболевание обычно проявляется как пневмония, поэтому часто проводятся рентгенологические исследования, такие как рентгенография грудной клетки, УЗИ легких и компьютерная томография (КТ) грудной клетки. Однако не существует рекомендаций относительно сроков и выбора визуализации легких у пациентов с COVID-19.

При получении рентгенограмма грудной клетки обычно показывает двусторонние мультифокальные альвеолярные затемнения. Также могут быть обнаружены плевральные выпоты. Наиболее распространенными находками КТ органов грудной клетки при COVID-19 являются мультифокальные двусторонние помутнения по типу «матового стекла» с изменениями консолидации, обычно с очаговым периферическим распределением.[81]

Результаты исследования. Рентгенологическая визуализация не является чувствительным методом выявления этого заболевания. Ретроспективное исследование 64 пациентов с подтвержденным диагнозом COVID-19 показало, что у 20% не было отклонений на рентгенограммах грудной клетки во время болезни.[82] КТ грудной клетки более чувствительна, чем рентгенография, но не специфична. Никакие данные рентгенографии не могут полностью исключить или исключить заболевание COVID-19. Поэтому Американский колледж радиологии (ACR) не рекомендует рутинное использование КТ грудной клетки для скрининга или диагностики COVID-19. [Заявление о позиции ACR по диагностике COVID-19]

Лечение/Управление

По данным Национальных институтов здравоохранения (NIH), два основных процесса, управляющих патогенезом COVID-19, включают репликацию вируса на ранней стадии заболевания и нарушение регуляции иммунной/воспалительной реакции на SARS-CoV-2, что приводит к системному заболеванию. Повреждение тканей на более поздней стадии заболевания. [Руководство по лечению COVID-19 Национального института здравоохранения США] Поэтому в рекомендациях рекомендуется применять противовирусные препараты для остановки репликации вируса на ранней стадии заболевания и иммуномодуляторы на более поздней стадии.

Ремдесивир — единственный противовирусный препарат, одобренный Управлением по контролю за продуктами и лекарствами США (FDA) для лечения COVID-19. Нирмарелвир, усиленный ритонавиром, молнупиравир и плазма выздоравливающих от COVID-19 с высоким титром имеют разрешения на экстренное использование (EUA) для лечения COVID-19. Тиксагевимаб 300 мг плюс цилгавимаб 300 мг моноклональные антитела получили EUA, что позволяет использовать их в качестве доконтактной профилактики SARS-CoV-2 (PrEP) у некоторых пациентов.

Многие другие моноклональные антитела имели EUA; однако с появлением подвариантов Omicron их EUA были отозваны, поскольку они больше не были эффективными.

Самые последние рекомендации Национального института здравоохранения (NIH) по лечению заболевания COVID-19 (по состоянию на 3 января 2023 г.) представлены ниже: [Руководство по лечению COVID-19 Национального института здравоохранения]

Негоспитализированные взрослые с заболеванием COVID-19 легкой и средней степени тяжести, которым не требуется дополнительная подача кислорода

НИЗ не рекомендует использовать дексаметазон или любые другие системные кортикостероиды у пациентов, не страдающих гипоксией.[83]

Пациентам с высоким риском развития тяжелого заболевания рекомендуются следующие методы лечения (в порядке предпочтения):

Нирмарелвир, усиленный ритонавиром

Нирмарелвир, усиленный ритонавиром, представляет собой комбинацию пероральных ингибиторов протеазы.

Было доказано, что при назначении он снижает госпитализацию и смертность.

Для невакцинированных и негоспитализированных пациентов из группы высокого риска. Его необходимо ввести в течение 5 дней после появления симптомов.[84]

Это сильный ингибитор цитохрома P450 со многими лекарственными взаимодействиями, которые необходимо тщательно оценивать.

Некоторые взаимодействия можно контролировать путем временного прекращения приема лекарства, некоторые можно контролировать с помощью корректировки дозы, но некоторые могут потребовать использования альтернативной терапии COVID-19.

Нирмарелвир, усиленный ритонавиром, не рекомендуется применять пациентам с расчетной скоростью клубочковой фильтрации (СКФ) менее 30 мл/мин. Рекомендуемая доза — нирмарелвир 300 мг и ритонавир 100 мг перорально два раза в день в течение 5 дней.

Ремдесивир

Это аналог нуклеотида, ингибирующий РНК-полимеразу SARS-CoV-2. Рекомендуемая продолжительность терапии в этом случае составляет 3 дня. Рекомендуемая доза составляет 200 мг внутривенно в первый день, затем по 100 мг внутривенно в течение еще 2 дней.

Молнупиравир

Это мутагенный рибонуклеозидный противовирусный агент.

В исследованиях на животных сообщалось о токсичности этого препарата для плода. Из-за риска генотоксичности этого препарата его не рекомендуется применять беременным.

Этот агент следует использовать только в том случае, если оба метода лечения недоступны или не могут быть назначены.

В рекомендациях NIH не рекомендуется использовать моноклональные антитела против SARS-CoV-2 (mAb) для лечения COVID-19 в этой когорте, поскольку субварианты Omicron не чувствительны к этим агентам.

Рекомендуется адекватное и тщательное медицинское наблюдение; однако частота и продолжительность наблюдения зависят от индивидуальных факторов риска и тяжести их симптомов.

Факторы риска развития тяжелого заболевания включают пожилой возраст и сопутствующие заболевания. CDC ведет обновленный список заболеваний, связанных с высоким риском прогрессирования.

По данным CDC, состояния с убедительными доказательствами более высокого риска включают:

Астма

Рак

Цереброваскулярные заболевания

Хроническая болезнь почек

Бронхоэктатическая болезнь

ХОБЛ (Хроническая обструктивная болезнь легких)

Интерстициальное заболевание легких

Легочная эмболия

Легочная гипертензия

цирроз печени

Неалкогольная жировая болезнь печени

Алкогольная болезнь печени

Аутоиммунный гепатит

Муковисцидоз

Диабет 1 и 2 типа

Заболевания сердца (например, сердечная недостаточность, ишемическая болезнь сердца или кардиомиопатии)

ВИЧ (вирус иммунодефицита человека)

Психические расстройства, такие как расстройства настроения и расстройства шизофренического спектра.

Ожирение (определяется как индекс массы тела (ИМТ) более 30 кг/м² или более 95-го перцентиля у детей)

Беременность и недавняя беременность

Курение, нынешнее и бывшее

Трансплантация твердых органов или стволовых клеток крови

Туберкулез

Использование кортикостероидов или других иммунодепрессантов (CDC: Основные заболевания, связанные с более высоким риском).

Терапевтическое ведение госпитализированных взрослых с COVID-19, которым не требуется кислород.

Если пациенты госпитализированы по причинам, не связанным с заболеванием COVID-19, и не получают кислород, их лечение аналогично лечению негоспитализированных пациентов.

Если они госпитализированы из-за заболевания COVID-19, но им не требуется кислород, Национальный институт здравоохранения не рекомендует использовать

дексаметазон или любой другой системный кортикостероид. При отсутствии противопоказаний следует назначить профилактическую дозу антикоагулянтов.

Если они госпитализированы по поводу заболевания COVID-19, не нуждаются в кислороде, но имеют высокий риск развития тяжелого заболевания, их следует лечить ремдесивиром.

Польза от ремдесивира наиболее очевидна при раннем назначении, в идеале в течение десяти дней после появления симптомов.

Ремдесивир следует назначать в течение 5 дней или до выписки из больницы.

Терапевтическое ведение госпитализированных взрослых с COVID-19, которым требуется обычный кислород.

Обычный кислород определяется как кислород, НЕ являющийся носовой канюлей с высокой скоростью потока, неинвазивной механической вентиляцией легких, искусственной вентиляцией легких или экстракорпоральной мембранной оксигенацией (ЭКМО).

Для большинства пациентов в этой когорте рекомендуемое лечение — дексаметазон плюс ремдесивир.

Доза дексаметазона составляет 6 мг внутривенно или перорально один раз в день в течение 10 дней или до выписки из больницы (при выписке прием дексаметазона не следует продолжать).[83]

Если пациент находится на минимальном кислородном режиме, следует использовать монотерапию ремдесивиром (без дексаметазона).

Если ремдесивир невозможно получить или назначить, рекомендуется монотерапия дексаметазоном.

Если дексаметазон недоступен, можно использовать кортикостероиды, такие как преднизолон, метилпреднизолон или гидрокортизон.

Если пациент уже получает дексаметазон, но имеет быстро возрастающую потребность в кислороде и/или признаки системного воспаления, к схеме лечения следует добавить пероральный барицитиниб или внутривенный (в/в) тоцилизумаб, поскольку было показано, что эти препараты улучшают результаты у пациентов с быстрой декомпенсацией. [85]

Заключение. Альтернативные иммуномодулирующие средства для этой группы включают пероральный тофацитиниб и внутривенный сарилумаб. Эти препараты следует использовать только в том случае, если барицитиниб и тоцилизумаб недоступны.

Если уровень D-димера выше нормы в этой когорте пациентов, рекомендуют терапевтическую антикоагулянтную терапию, если пациентка не беременна.

Литература:

1. Sharma A, Ahmad Farouk I, Lal SK. COVID-19: A Review on the Novel Coronavirus Disease Evolution, Transmission, Detection, Control and Prevention. *Viruses*. 2021 Jan 29;13(2) [PMC free article] [PubMed]
2. Raman R, Patel KJ, Ranjan K. COVID-19: Unmasking Emerging SARS-CoV-2 Variants, Vaccines and Therapeutic Strategies. *Biomolecules*. 2021 Jul 06;11(7) [PMC free article] [PubMed]
3. Chenchula S, Karunakaran P, Sharma S, Chavan M. Current evidence on efficacy of COVID-19 booster dose vaccination against the Omicron variant: A systematic review. *J Med Virol*. 2022 Jul;94(7):2969-2976. [PMC free article] [PubMed]
4. Chan JF, To KK, Tse H, Jin DY, Yuen KY. Interspecies transmission and emergence of novel viruses: lessons from bats and birds. *Trends Microbiol*. 2013 Oct;21(10):544-55. [PMC free article] [PubMed]
5. Lei J, Kusov Y, Hilgenfeld R. Nsp3 of coronaviruses: Structures and functions of a large multi-domain protein. *Antiviral Res*. 2018 Jan;149:58-74. [PMC free article] [PubMed]
6. Chan JF, Kok KH, Zhu Z, Chu H, To KK, Yuan S, Yuen KY. Genomic characterization of the 2019 novel human-pathogenic coronavirus isolated from a patient with atypical pneumonia after visiting Wuhan. *Emerg Microbes Infect*. 2020;9(1):221-236. [PMC free article] [PubMed]
7. Biryukov J, Boydston JA, Dunning RA, Yeager JJ, Wood S, Ferris A, Miller D, Weaver W, Zeitouni NE, Freeburger D, Dabisch P, Wahl V, Hevey MC, Altamura LA. SARS-CoV-2 is rapidly inactivated at high temperature. *Environ Chem Lett*. 2021;19(2):1773-1777. [PMC free article] [PubMed]
8. Andersen KG, Rambaut A, Lipkin WI, Holmes EC, Garry RF. The proximal origin of SARS-CoV-2. *Nat Med*. 2020 Apr;26(4):450-452. [PMC free article] [PubMed]
9. Zhang T, Wu Q, Zhang Z. Probable Pangolin Origin of SARS-CoV-2 Associated with the COVID-19 Outbreak. *Curr Biol*. 2020 Apr 06;30(7):1346-1351.e2. [PMC free article] [PubMed]
10. Oreshkova N, Molenaar RJ, Vreman S, Harders F, Oude Munnink BB, Hakze-van der Honing RW, Gerhards N, Tolsma P, Bouwstra R, Sikkema RS, Tacken MG, de Rooij MM, Weesendorp E, Engelsma MY, Brusckhe CJ, Smit LA, Koopmans M, van der Poel WH, Stegeman A. SARS-CoV-2 infection in farmed minks, the Netherlands, April and May 2020. *Euro Surveill*. 2020 Jun;25(23) [PMC free article] [PubMed]
11. Korber B, Fischer WM, Gnanakaran S, Yoon H, Theiler J, Abfalterer W, Hengartner N, Giorgi EE, Bhattacharya T, Foley B, Hastie KM, Parker MD, Partridge DG, Evans CM, Freeman TM, de Silva TI, Sheffield COVID-19 Genomics Group. McDanal C, Perez LG, Tang H, Moon-Walker A, Whelan SP, LaBranche CC, Sapphire EO, Montefiori DC. Tracking Changes in SARS-CoV-2 Spike: Evidence that D614G Increases Infectivity of the COVID-19 Virus. *Cell*. 2020 Aug 20;182(4):812-827.e19. [PMC free article] [PubMed]
12. Galloway SE, Paul P, MacCannell DR, Johansson MA, Brooks JT, MacNeil A, Slayton RB, Tong S, Silk BJ, Armstrong GL, Biggerstaff M, Dugan VG. Emergence of SARS-CoV-2 B.1.1.7 Lineage - United States, December 29, 2020-January 12, 2021. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep*. 2021 Jan 22;70(3):95-99. [PMC free article] [PubMed]
13. Volz E, Mishra S, Chand M, Barrett JC, Johnson R, Geidelberg L, Hinsley WR, Laydon DJ, Dabrera G, O'Toole Á, Amato R, Ragonnet-Cronin M, Harrison I, Jackson B, Ariani CV, Boyd O, Loman NJ, McCrone JT, Gonçalves S, Jorgensen D, Myers R, Hill V, Jackson DK, Gaythorpe K, Groves N, Sillitoe J, Kwiatkowski DP, COVID-19 Genomics UK (COG-UK) consortium. Flaxman S, Ratmann O, Bhatt S, Hopkins S, Gandy A, Rambaut A, Ferguson NM. Assessing transmissibility of SARS-CoV-2 lineage B.1.1.7 in England. *Nature*. 2021 May;593(7858):266-269. [PubMed]
14. Wu K, Werner AP, Moliva JI, Koch M, Choi A, Stewart-Jones GBE, Bennett H,

- Boyoglu-Barnum S, Shi W, Graham BS, Carfi A, Corbett KS, Seder RA, Edwards DK. mRNA-1273 vaccine induces neutralizing antibodies against spike mutants from global SARS-CoV-2 variants. *bioRxiv*. 2021 Jan 25; [PubMed]
15. Davies NG, Abbott S, Barnard RC, Jarvis CI, Kucharski AJ, Munday JD, Pearson CAB, Russell TW, Tully DC, Washburne AD, Wenseleers T, Gimma A, Waites W, Wong KLM, van Zandvoort K, Silverman JD, CMMID COVID-19 Working Group. COVID-19 Genomics UK (COG-UK) Consortium. Diaz-Ordaz K, Keogh R, Eggo RM, Funk S, Jit M, Atkins KE, Edmunds WJ. Estimated transmissibility and impact of SARS-CoV-2 lineage B.1.1.7 in England. *Science*. 2021 Apr 09;372(6538) [PMC free article] [PubMed]
16. Walensky RP, Walke HT, Fauci AS. SARS-CoV-2 Variants of Concern in the United States-Challenges and Opportunities. *JAMA*. 2021 Mar 16;325(11):1037-1038. [PMC free article] [PubMed]
17. Davies NG, Barnard RC, Jarvis CI, Russell TW, Semple MG, Jit M, Edmunds WJ., Centre for Mathematical Modelling of Infectious Diseases COVID-19 Working Group. ISARIC4C investigators. Association of tiered restrictions and a second lockdown with COVID-19 deaths and hospital admissions in England: a modelling study. *Lancet Infect Dis*. 2021 Apr;21(4):482-492. [PMC free article] [PubMed]
18. Challen R, Brooks-Pollock E, Read JM, Dyson L, Tsaneva-Atanasova K, Danon L. Risk of mortality in patients infected with SARS-CoV-2 variant of concern 202012/1: matched cohort study. *BMJ*. 2021 Mar 09;372:n579. [PMC free article] [PubMed]
19. Davies NG, Jarvis CI, CMMID COVID-19 Working Group. Edmunds WJ, Jewell NP, Diaz-Ordaz K, Keogh RH. Increased mortality in community-tested cases of SARS-CoV-2 lineage B.1.1.7. *Nature*. 2021 May;593(7858):270-274. [PMC free article] [PubMed]
20. Grint DJ, Wing K, Williamson E, McDonald HI, Bhaskaran K, Evans D, Evans SJ, Walker AJ, Hickman G, Nightingale E, Schultze A, Rentsch CT, Bates C, Cockburn J, Curtis HJ, Morton CE, Bacon S, Davy S, Wong AY, Mehrkar A, Tomlinson L, Douglas IJ, Mathur R, Blomquist P, MacKenna B, Ingelsby P, Croker R, Parry J, Hester F, Harper S, DeVito NJ, Hulme W, Tazare J, Goldacre B, Smeeth L, Eggo RM. Case fatality risk of the SARS-CoV-2 variant of concern B.1.1.7 in England, 16 November to 5 February. *Euro Surveill*. 2021 Mar;26(11) [PMC free article] [PubMed]
21. Tegally H, Wilkinson E, Giovanetti M, Iranzadeh A, Fonseca V, Giandhari J, Doolabh D, Pillay S, San EJ, Msomi N, Mlisana K, von Gottberg A, Walaza S, Allam M, Ismail A, Mohale T, Glass AJ, Engelbrecht S, Van Zyl G, Preiser W, Petruccione F, Sigal A, Hardie D, Marais G, Hsiao NY, Korsman S, Davies MA, Tyers L, Mudau I, York D, Maslo C, Goedhals D, Abrahams S, Laguda-Akingba O, Alisoltani-Dehkordi A, Godzik A, Wibmer CK, Sewell BT, Lourenço J, Alcantara LCJ, Kosakovsky Pond SL, Weaver S, Martin D, Lessells RJ, Bhiman JN, Williamson C, de Oliveira T. Detection of a SARS-CoV-2 variant of concern in South Africa. *Nature*. 2021 Apr;592(7854):438-443. [PubMed]
22. Wibmer CK, Ayres F, Hermanus T, Madzivhandila M, Kgagudi P, Oosthuysen B, Lambson BE, de Oliveira T, Vermeulen M, van der Berg K, Rossouw T, Boswell M, Ueckermann V, Meiring S, von Gottberg A, Cohen C, Morris L, Bhiman JN, Moore PL. SARS-CoV-2 501Y.V2 escapes neutralization by South African COVID-19 donor plasma. *bioRxiv*. 2021 Mar 01; [PubMed]
23. Mwenda M, Saasa N, Sinyange N, Busby G, Chipimo PJ, Hendry J, Kapon O, Yingst S, Hines JZ, Minchella P, Simulundu E, Changula K, Nalubamba KS, Sawa H, Kajihara M, Yamagishi J, Kapin'a M, Kapata N, Fwoloshi S, Zulu P, Mulenga LB, Agolory S, Mukonka V, Bridges DJ. Detection of B.1.351 SARS-CoV-2 Variant Strain - Zambia, December 2020. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep*. 2021 Feb 26;70(8):280-282. [PMC free article] [PubMed]
24. Wang P, Casner RG, Nair MS, Wang M, Yu J, Cerutti G, Liu L, Kwong PD, Huang Y,

Shapiro L, Ho DD. Increased Resistance of SARS-CoV-2 Variant P.1 to Antibody Neutralization. bioRxiv. 2021 Apr 09; [PMC free article] [PubMed]

ЭКОНОМИКА

ЗАПАСЫ И ДЕБИТОРСКАЯ ЗАДОЛЖЕННОСТЬ КАК ОБЪЕКТ УПРАВЛЕНИЯ НА МАТЕРИАЛАХ ОАО «СПАРТАК» И СОАО «КОММУНАРКА»

Гороховик Ксения Викторовна
Полесский государственный университет
студент

Бухтик М.И., кандидат экономических наук, доцент кафедры финансового менеджмента, Полесский государственный университет

Ключевые слова: запасы; управление запасами; дебиторская задолженность; управление дебиторской задолженностью; эффективность

Keywords: inventory; inventory management; accounts receivable; accounts receivable management; efficiency

Аннотация: Статья посвящена анализу и сравнению управления запасами и дебиторской задолженностью на примере двух кондитерских фабрик ОАО «Спартак» и СОАО «Коммунарка». Рассмотрены основные показатели деятельности обеих фабрик, выявлены особенности в управлении запасами и дебиторской задолженностью и определены основные проблемы. Также предложены меры по совершенствованию управления запасами и дебиторской задолженностью.

Abstract: The article is devoted to the analysis and comparison of inventory and accounts receivable management using the example of two confectionery factories OJSC «Spartak» and SOJSC «Kommunarka». The main performance indicators of both factories are considered, features in the management of inventories and receivables are identified, and the main problems are identified. Measures to improve inventory and accounts receivable management are also proposed.

УДК 338

Введение: Управление запасами и дебиторской задолженностью существенно влияет на финансовую устойчивость предприятия. В данной статье проводится анализ эффективности управления этими аспектами на примере кондитерских фабрик «Спартак» и «Коммунарка».

Актуальность темы состоит в обосновании необходимости эффективного управления запасами и дебиторской задолженностью для обеспечения финансовой

стабильности и конкурентоспособности предприятия. Анализ данных аспектов ОАО «Спартак» и СОАО «Коммунарка» позволяет выявить проблемные моменты и предложить меры по их оптимизации. Полученные в результате исследования рекомендации могут стать основой для разработки стратегий управления запасами и дебиторской задолженностью, что повысит эффективность деятельности предприятий и способствует их устойчивому развитию.

Целью проведённого исследования является выявление особенностей управления запасами и дебиторской задолженностью в ОАО «Спартак» и СОАО «Коммунарка» и разработка рекомендаций по их оптимизации для повышения финансовой устойчивости и эффективности бизнеса.

Для достижения поставленной цели необходимо решение следующих **задач**:

- провести анализ основных финансовых показателей на обеих фабриках;
- провести сравнительный анализ изменения величины запасов и дебиторской задолженности; рассчитать основные показатели, характеризующие оборачиваемость данных активов;
- предложить меры по оптимизации управления запасами и дебиторской задолженностью.

Научная новизна состоит в анализе эффективности управления запасами и дебиторской задолженностью в ОАО «Спартак» и СОАО «Коммунарка» в рамках выявления положительных и отрицательных тенденций развития и предложения рекомендаций по совершенствованию сложившейся ситуации.

Эффективное управление запасами и дебиторской задолженностью – это одно из важных направлений деятельности компании.

Производственные запасы предоставляют собой часть оборотного капитала предприятия, предварительно выделяемую в запасы сырья, материалов, комплектующих, деталей и полуфабрикатов. Цель управления запасами состоит в поиске такой их оптимальной величины, которая, с одной стороны, позволит минимизировать расходы на их формирование, а с другой – обеспечит бесперебойную работу предприятия [1, стр. 134].

Под дебиторской задолженностью понимаются обязательства клиентов перед предприятием по выплате денег за предоставленные товары или услуги [1, стр. 137]. Главная цель управления дебиторской задолженностью состоит в оптимизации общей величины задолженности и своевременном погашении [2].

В качестве объекта исследования выбраны две кондитерские фабрики: ОАО «Спартак», являющееся крупнейшим производителем кондитерских изделий в Беларуси, и СОАО «Коммунарка» – его самый сильный белорусский конкурент.

Началом деятельности фабрики Спартак считается 4 июня 1924, когда в г. Гомеле было открыто кондитерское предприятия «Просвет». В настоящее время «Спартак» представляет собой современное предприятие кондитерской отрасли, отличительной особенностью которого является применение только натурального сырья для производства продукции. Основными видами продукции являются: карамель, конфеты, шоколад и шоколадные изделия, печенье, вафельные изделия, торты и

пирожные, которых на сегодняшний день выпускается около 350 наименований. Большая часть продукции, а именно около 70%, поставляется на внутренний рынок. Среди стран, в которые осуществляется экспорт изделий рассматриваемой фабрики, следующие: Австралия, Азербайджан, Вьетнам, Гонконг, Грузия, Израиль, Казахстан, Канада, Китай, КНДР, Кыргызстан, Латвия, Ливан, Литва, Монголия, Россия, Сингапур, США, Туркменистан, Узбекистан, Чехия, Эстония и иные [3].

Ее конкурентом, как было отмечено ранее, является фабрика «Коммунарка», кондитерские изделия которой любимы многими поколениями. Начала свою деятельность она 15 февраля 1905 г. в городе Минске и являлась до 1992 г. крупнейшим производителем кондитерских изделий в Беларуси. Данная фабрика, также как и «Спартак», специализируется на выпуске шоколада, конфет, ириса и какао-продуктов. Ассортимент выпускаемой продукции насчитывает более 300 наименований. Основная часть продукции фабрики идет на внутренний рынок и порядка 25% выпускаемой продукции отправляется на экспорт: в Россию (большая часть), Азербайджан, Казахстан, Армению, США, Канаду, Германию, Израиль, Таиланд, Швейцарию, Японию и другие страны ближнего и дальнего зарубежья [4].

Рассмотрим динамику выручки от реализации и себестоимости продукции ОАО «Спартак» и СОАО «Коммунарка» в соотношении друг другу в динамике за последние три года.

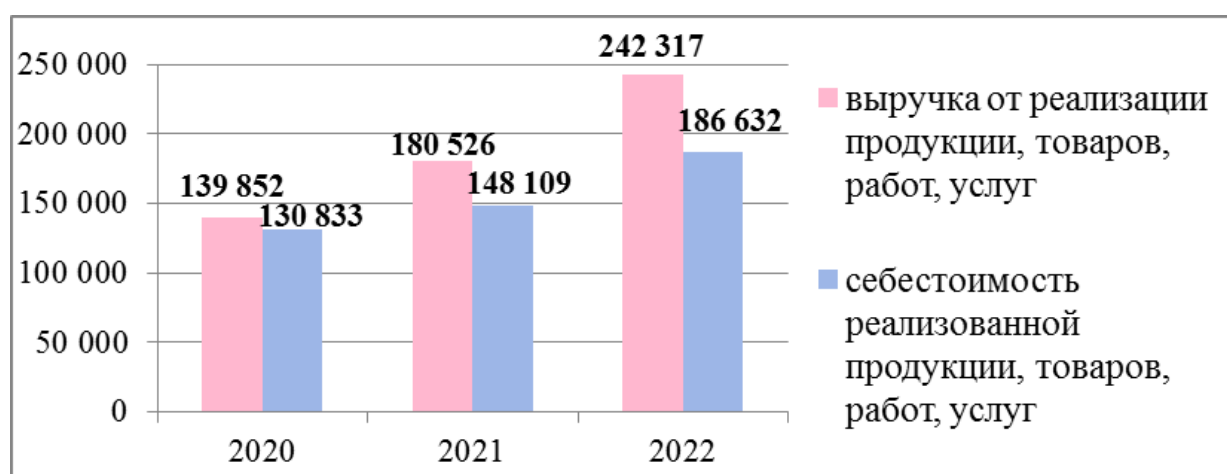


Рисунок 1. – Динамика показателей выручки от реализации и себестоимости продукции ОАО «Спартак» в 2020-2022 гг., тыс. руб.

Примечание – Источник: собственная разработка на основе [5]

На основе данных рисунка можно проследить тенденцию к постоянному росту объемов выручки. За последние три года данный показатель с 139 852 тыс. руб. в 2020 г. вырос на 102 465 тыс. руб. или на 73,27% и составил в 2022 г. 242 317 тыс. руб. Себестоимость в течение анализируемого периода также увеличивалась (+55 799 тыс. руб. или +42,65%). Сравнение темпов прироста рассматриваемых показателей позволяет сделать вывод о том, что выручка на протяжении последних лет растёт быстрее, чем себестоимость, что говорит об улучшении финансовых показателей деятельности фабрики. За рассматриваемый период доля себестоимости в выручке снизилась с 93,55% до 77,02%. Таким образом, основная

деятельность фабрики является эффективной: выручка от реализации превышает себестоимость продукции в течение всего рассматриваемого периода.

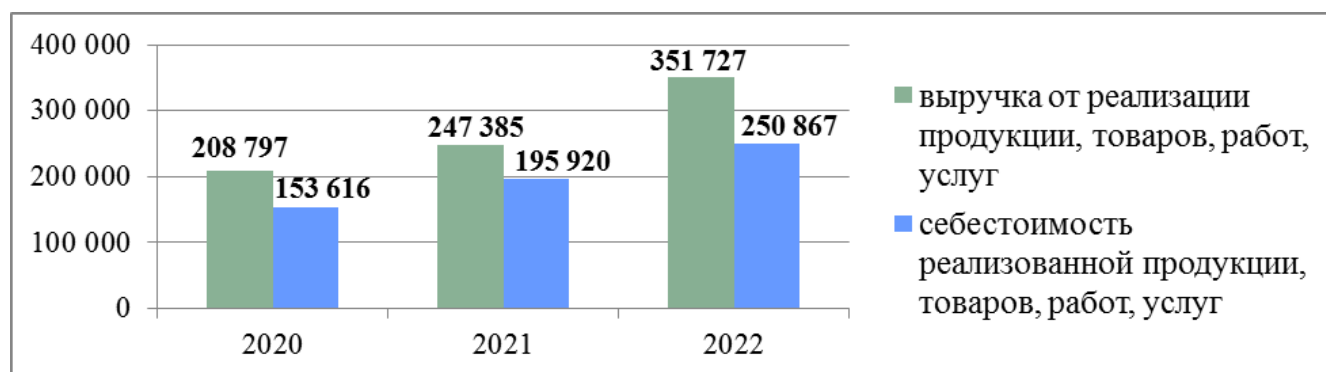


Рисунок 2. Динамика показателей выручки от реализации и себестоимости продукции СОАО «Коммунарка» в 2020-2022 гг., тыс. руб.

Примечание – Источник: собственная разработка на основе [6]

Данные, представленные на рисунке, позволяют сделать следующие выводы об эффективности основной деятельности фабрики «Коммунарка». На протяжении периода с 2020 г. по 2022 г. наблюдается стабильный рост как выручки (+142 390 тыс. руб. или +68,45%), так и себестоимости (+97 251 тыс. руб. или 63,31%). При этом стоит отметить, что темпы прироста обоих рассматриваемых показателей практически аналогичны (68,45% и 63,31% в 2022 г.); доля себестоимости в выручке также показывает минимальные изменения (73,57% в 2020 г. и 71,32% в 2022 г.). Исходя из этого, можно сделать вывод, что финансовое состояние организации является стабильным.

Таким образом, на основании проведенных расчетов, можно отметить следующее: несмотря на то, что выручка фабрики «Коммунарка» за рассматриваемый период оказалась выше выручки «Спартак», в тоже время более быстрый рост выручки над себестоимостью на последней фабрике указывает на более благоприятное финансовое состояние по сравнению с фабрикой «Коммунарка».

Проанализируем состояние дебиторской задолженности и запасов на фабриках «Спартак» и «Коммунарка» в динамике за 2020-2022 гг.

Краткосрочная дебиторская задолженность и запасы входят в состав краткосрочных активов организации и занимают в нем наибольший удельный вес (табл. 1).

Таблица 1. Структура краткосрочных активов ОАО «Спартак» в динамике за 2020-2022 гг.

Показатель	2020 г.		2021 г.		2022 г.		Отклонение 2022 г. к 2020 г.		Темп роста 2022 к 2020 г., %
	сумма, тыс. руб.	удельный вес, %	сумма, тыс. руб.	удельный вес, %	сумма, тыс. руб.	удельный вес, %	сумма, тыс. руб.	удельный вес, п.п.	
Краткосрочные активы	74 062	100	88 597	100	114 778	100	40 716	-	154,98

Запасы	28 310	38,22	31 095	35,10	36 047	31,41	7 737	-6,82	127,33
Расходы будущих периодов	103	0,14	103	0,12	195	0,17	92	0,03	189,32
НДС по приобретённым работам, товарам, услугам	51	0,07	76	0,09	34	0,03	-17	-0,04	66,67
Краткосрочная дебиторская задолженность	32 646	44,08	48 019	54,20	65 634	57,18	32 988	13,10	201,05
Краткосрочные финансовые вложения	3 461	4,67	3 318	3,75	2 526	2,20	-935	-2,47	72,98
Денежные средства и их эквиваленты	9 491	12,81	5 986	6,76	10 342	9,01	851	-3,80	108,97

Примечание – Источник: собственная разработка на основе [7]

Данные, представленные в таблице 1, показывают стабильный рост краткосрочных активов на фабрике «Спартак» на протяжении всего рассматриваемого периода. Отметим, что запасы и краткосрочная дебиторская задолженность занимают на протяжении всего рассматриваемого периода наибольший удельный вес. Наибольшие изменения характерны для запасов, расходов будущих периодов и краткосрочной дебиторской задолженности. Наблюдается рост запасов на 7 737 тыс. руб. или на 27,33% и рост краткосрочной дебиторской задолженности на 32 988 тыс. руб. или 101,05%, то есть в два раза. С одной стороны, рост дебиторской задолженности является проблемой для компании, но также он может являться обратной стороной роста продаж. Также стоит отметить изменения в структуре краткосрочных активов: удельный вес запасов снизился на 6,82 п.п. за последние 3 года и составил в 2022 г. 31,41%, в это же время удельный вес краткосрочной дебиторской задолженности увеличился с 44,08% в 2021 г. до 57,18% в 2022 г. (+13,10 п.п.).

Таблица 2. Структура краткосрочных активов СОАО «Коммунарка» в динамике за 2020-2022 гг.

	2020 г.		2021 г.		2022 г.		Отклонение 2022 г. к 2020 г.		Темп роста 2022 к 2020 г., %
	сумма, тыс. руб.	удельный вес, %	сумма, тыс. руб.	удельный вес, %	сумма, тыс. руб.	удельный вес, %	сумма, тыс. руб.	удельный вес, п.п.	
Краткосрочные активы	95 571	100	95 746	100	140 463	100	44 892	-	146,97
Запасы	33 971	35,55	38 323	40,03	52 704	37,52	18 733	1,98	155,14
Долгосрочные активы, предназначенные для реализации	21	0,02	37	0,04	-	-	-	-	-
Расходы будущих периодов	64	0,07	92	0,10	157	0,11	93	0,04	245,31
НДС по приобретённым работам, товарам, услугам	30	0,03	23	0,02	291	0,21	261	0,18	970,00
Краткосрочная дебиторская задолженность	52 223	54,64	54 520	56,94	69 877	49,75	17 654	-4,90	133,81
Краткосрочные финансовые вложения	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Денежные средства и их эквиваленты	9 260	9,69	2 749	2,87	17 426	12,41	8 166	2,72	188,19
Прочие краткосрочные активы	2	0,00	2	0,00	8	0,01	6	0,00	400,00

Примечание – Источник: собственная разработка на основе [8]

Как видно из данных таблицы 2, для краткосрочных активов на фабрике «Коммунарка» характерна положительная тенденция на протяжении всего рассматриваемого периода: прирост составил 46,97%. Наибольший удельный вес в структуре занимают запасы и краткосрочная дебиторская задолженность. При этом заметим, что расходы будущих периодов выросли на 145,31% (+93 тыс. руб.), НДС увеличился практически в 8 раз и составил в 2022 г. 291 тыс. руб. (+261 тыс. руб. за рассматриваемый период), денежные средства и их эквиваленты также показывают рост (+88,19%), прочие краткосрочные активы выросли в 4 раза (+6 тыс. руб.). Наблюдается увеличение запасов и дебиторской задолженности: +18 733 тыс. руб. (или +55,14%) и +17 654 тыс. руб. (или +33,81%) соответственно. Отметим, что прирост дебиторской задолженности за последние 3 года на фабрике «Коммунарка» (33,81%) значительно ниже, чем на фабрике «Спартак» (101,05). Также наблюдаются противоположные изменения на фабрике «Спартак» перемены в структуре

краткосрочных активов: удельный вес запасов вырос в 2022 г. в сравнении с 2021 г. на 1,98 п.п., удельный вес краткосрочной дебиторской задолженности в свою очередь снизился на 4,90 п.п.

Рассмотрим более подробно структуру запасов (табл.3).

Таблица 3. Структура запасов ОАО «Спартак» в динамике за 2020-2022 гг.

Показатель	2020 г.		2021 г.		2022 г.		Отклонение 2022 г. к 2020 г.		Темп роста 2022 к 2020 г., %
	сумма, тыс. руб.	уд. вес, %	сумма, тыс. руб.	уд. вес, %	сумма, тыс. руб.	уд. вес, %	сумма, тыс. руб.	уд. вес, п.п.	
Запасы	28 310	100	31 095	100	36 047	100	7 737	-	127,33
в том числе:									
материалы	17 143	60,55	19 318	62,13	24 179	67,08	7 036	6,52	141,04
незавершенное производство	471	1,66	307	0,99	427	1,18	-44	-0,48	90,66
готовая продукция и товары	10 696	37,78	11 479	36,92	11 441	31,74	745	-6,04	106,97

Примечание – Источник: собственная разработка на основе [7]

Исходя из проведенных выше расчетов, можно сделать вывод, что в структуре запасов на данной фабрике наблюдается преобладание производственных запасов (67,08% в 2022 г.) над складскими (31,74% в 2022 г.), существенных изменений в структуре в 2022 г. в сравнении с 2020 г. не произошло. За период с 2020 г. по 2022 г. темпы роста запасов материалов (+41,04%) также превышают темпы роста запасов готовой продукции (+6,97%).

Таблица 4. Расчет коэффициентов оборачиваемости запасов ОАО «Спартак» в динамике за 2020-2022 гг.

Показатель	Год			Отклонение 2022 г. от 2020 г.
	2020	2021	2022	
Коэффициент оборачиваемости запасов (всего)	4,77	4,99	5,56	0,77
Коэффициент оборачиваемости производственных запасов	8,35	8,12	8,58	0,23
Коэффициент оборачиваемости складских запасов	11,56	13,36	16,29	4,73

Примечание – Источник: собственная разработка на основе [5, 7]

Расчет коэффициентов оборачиваемости запасов ОАО «Спартак» показывает ускорение оборачиваемости данной категории оборотных средств. Коэффициент оборачиваемости производственных запасов характеризуется незначительным ростом до 8,58 в 2022 г. (+0,23 в сравнении с 2020 г.). Коэффициент складских запасов, в свою очередь, показывает увеличение на 4,73 (в 2022 г. коэффициент

составил 16,29). Можно сделать следующие выводы: увеличение производственных запасов не компенсируется увеличением коэффициента оборачиваемости данного вида запасов и, как следствие, приводит к росту издержек, связанных с их созданием и хранением. Поэтому важной задачей управления запасами является нахождение оптимального соотношения между величиной производственных запасов и издержками на их создание и хранение. Высокая оборачиваемость складских запасов говорит о подвижности средств компании: быстрее обновляются запасы, быстрее обновляются денежные средства, вложенные в них.

Таблица 5. Структура запасов СОАО «Коммунарка» в динамике за 2020-2022 гг.

	2020 г.		2021 г.		2022 г.		Отклонение 2022 г. к 2020 г.		Темп роста 2022 к 2020 г., %
	сумма, тыс. руб.	удельный вес, %	сумма, тыс. руб.	удельный вес, %	сумма, тыс. руб.	удельный вес, %	сумма, тыс. руб.	удельный вес, п.п.	
Запасы	33 971	100	38 323	100,00	52 704	100,00	18 733	0,00	155,14
в том числе: материалы	26 023	76,60	27 629	72,10	40 386	76,63	14 363	0,02	155,19
незавершенное производство	730	2,15	1 556	4,06	1 262	2,39	532	0,25	172,88
готовая продукция и товары	7 218	21,25	9 138	23,84	11 056	20,98	3 838	-0,27	153,17

Примечание – Источник: собственная разработка на основе [8]

Анализируя структуру запасов СОАО «Коммунарка», отметим, что производственные и складские запасы характеризуются практически аналогичным темпом прироста: +55,19 и +53,12% соответственно. При этом, также как и на фабрике «Спартак», структура запасов характеризуется стабильностью: значительных изменений за период с 2020 г. по 2022 г. не произошло (в 2022 г. доля запасов составляла 76,63%, доля готовой продукции и товаров – 20,985).

Таблица 6. Расчет коэффициентов оборачиваемости запасов СОАО «Коммунарка» в динамике за 2020-2022 гг.

Показатель	Год			Отклонение 2022 г. от 2020 г.
	2020	2021	2022	
Коэффициент оборачиваемости запасов (всего)	4,64	5,42	5,51	0,87
Коэффициент оборачиваемости производственных запасов	6,53	7,30	7,38	0,85
Коэффициент оборачиваемости складских запасов	17,99	23,96	24,85	6,86

Примечание – Источник: собственная разработка на основе [6, 8]

Расчет коэффициентов оборачиваемости запасов СОАО «Коммунарка» также показывает ускорение оборачиваемости данной категории оборотных средств. Коэффициент оборачиваемости производственных запасов показывает увеличение

до 7,38 в 2022 г. (+0,85 в сравнении с 2020 г.). Коэффициент складских запасов, в свою очередь, показывает увеличение на 6,86 (в 2022 г. коэффициент составил 24,85). Можно сделать вывод, что эффективность управления запасами на обеих фабриках практически аналогична: несмотря на то, что размер производственных запасов увеличивается быстрее коэффициента оборачиваемости данного вида запасов, оборачиваемость складских запасов характеризуется высоким уровнем, что положительно влияет на подвижность денежных средств предприятия.

Рассмотрим структуру дебиторской задолженности (табл. 7)

Таблица 7. Структура дебиторской задолженности ОАО «Спартак» в динамике за 2020-2022 гг., тыс. руб.

	2020 г.		2021 г.		2022 г.		Отклонение 2022 г. к 2020 г., тыс. руб.	
	сумма, тыс. руб.	уд. вес, %	сумма, тыс. руб.	уд. вес, %	сумма, тыс. руб.	уд. вес, %	сумма, тыс. руб.	уд. вес, %
Дебиторская задолженность	32 682	100	48 051	100	65 634	100	32 952	-
Краткосрочная дебиторская задолженность	32 646	99,89	48 019	99,93	65 634	99,96	32 988	0,11
Долгосрочная дебиторская задолженность	36	0,11	32	0,07	27	0,04	-9	-0,07

Примечание – Источник: собственная разработка на основе [7]

Как видно из таблицы выше, структура дебиторской задолженности за анализируемый период практически не изменилась, в 2022 г. наибольший удельный вес составляет краткосрочная дебиторская задолженность (99,96%), наименьший – долгосрочная (0,04%).

Таблица 8. Структура дебиторской задолженности СОАО «Коммунарка» в динамике за 2020-2022 гг.

	2020 г.		2021 г.		2022 г.		Отклонение 2022 г. к 2020 г., тыс. руб.	
	сумма, тыс. руб.	уд. вес, %	сумма, тыс. руб.	уд. вес, %	сумма, тыс. руб.	уд. вес, %	сумма, тыс. руб.	уд. вес, п.п.
Дебиторская задолженность	52 674	100	54 894	100	70 173	100	17 499	-
Краткосрочная дебиторская задолженность	52 223	99,14	54 520	99,32	69 877	99,58	17 654	0,43
Долгосрочная дебиторская задолженность	451	0,86	374	0,68	296	0,42	-155	-0,43

Примечание – Источник: собственная разработка на основе [8]

Исходя из данных таблицы, отметим, что структура дебиторской задолженности не характеризуется значительными изменениями: увеличение удельного веса краткосрочной дебиторской задолженности составило 0,43 п.п., снижение удельного веса долгосрочной задолженности – 0,43. При этом долгосрочная дебиторская задолженность сократилась в 1,5 раза и составила в 2022 г. 296 тыс. руб., что значительно ниже показателя краткосрочной дебиторской задолженности.

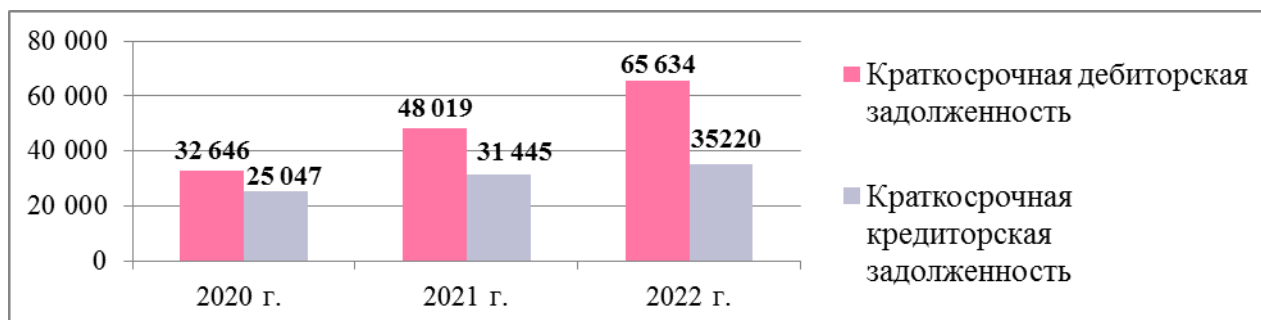


Рисунок 3. Краткосрочная дебиторская и кредиторская задолженность в соотношении в динамике за 2020-2022 гг., тыс. руб.

Примечание – Источник: собственная разработка на основе [7]

Соотношение дебиторской и кредиторской задолженности позволяет определить, сколько рублей, которые нам должны другие организации, соответствуют одному рублю, который, наоборот, должна наша компания другим фирмам. Если в 2020 г. этот показатель был равен 1.30, то в 2022 г. он вырос до 1.86 (рис. 3). Соответственно, дебет превышает кредит, что означает платежеспособность организации, так как есть возможность погасить свои долги за счет долгов, которые нам возвращают.

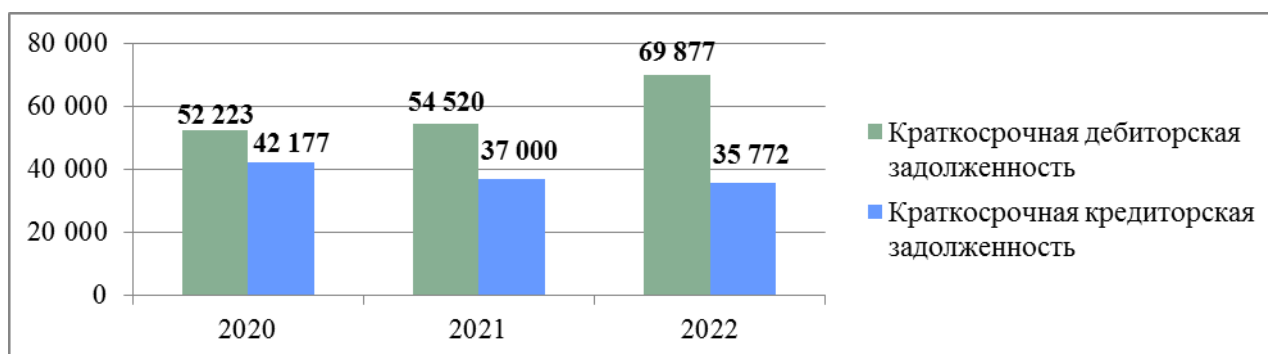


Рисунок 4. Краткосрочная дебиторская и кредиторская задолженность в соотношении в динамике за 2020-2022 гг., тыс. руб.

Примечание – Источник: собственная разработка на основе [8]

В 2022 г. в сравнении с 2020 г. соотношение краткосрочной дебиторской и кредиторской задолженности выросло с 1,24 до 1,95 (рис. 4). В данном вопросе ситуация в СОАО «Коммунарка» является практически аналогичной ситуации в ОАО

«Спартак»: превышение дебиторской задолженности над кредиторской говорит о платежеспособности организации.

Проанализируем оборачиваемость дебиторской и кредиторской задолженности ОАО «Спартак» и СОАО «Коммунарка»

Таблица 9. Оборачиваемость дебиторской и кредиторской задолженности ОАО «Спартак» в динамике за 2020-2022 гг.

Показатель	Год			Отклонение	
	2020	2021	2022	2022 г. от 2020 г.	2022 г. от 2021 г.
Коэффициент оборачиваемости дебиторской задолженности	4,21	4,48	4,26	0,05	-0,22
Коэффициент оборачиваемости кредиторской задолженности	4,73	5,21	5,60	0,87	0,39
Период оборачиваемости дебиторской задолженности	85,5	80,35	84,5	-1,2	4,05
Период оборачиваемости кредиторской задолженности	76,1	69,10	64,29	-11,81	-4,81
Коэффициент отвлечения краткосрочных активов в дебиторскую задолженность	0,44	0,54	0,57	0,13	0,03

Примечание – Источник: собственная разработка на основе [5, 7]

Под оборачиваемостью дебиторской задолженности понимается период времени, в течение которого активы потребителей зачисляются на счет предприятия. Значения показателей оборачиваемости дебиторской задолженности характеризуется нестабильностью. Коэффициент оборачиваемости дебиторской задолженности является показателем способности фабрики своевременно погашать свою дебиторскую задолженность [9]. В 2022 г. наблюдается рост показателя в сравнении с 2020 г. на 0,05, однако в сравнении с 2021 г. произошло снижение данного показателя на 0,22. Это говорит о снижении способности фабрики «Спартак» эффективно взыскивать свою дебиторскую задолженность.

**Таблица 10. Оборачиваемость дебиторской и кредиторской задолженности
СОАО «Коммунарка» в динамике за 2020-2022 гг.**

	Год			Отклонение	
	2020	2021	2022	2022 г. от 2020 г.	2022 г. от 2021 г.
Коэффициент оборачиваемости дебиторской задолженности	4,20	4,60	5,62	1,42	1,02
Коэффициент оборачиваемости кредиторской задолженности	3,74	4,95	6,92	3,18	1,97
Период оборачиваемости дебиторской задолженности	85,7	78,26	64,0	-21,7	-14,26
Период оборачиваемости кредиторской задолженности	96,26	72,73	52,02	-44,24	-20,71
Коэффициент отвлечения краткосрочных активов в дебиторскую задолженность	0,55	0,57	0,50	-0,05	-0,07

Примечание – Источник: собственная разработка на основе [6, 8]

Коэффициент оборачиваемости дебиторской задолженности на фабрике «Коммунарка» показывает стабильный рост на протяжении 2020-2022 гг.: в 2022 г. в сравнении с 2020 г. показатель вырос на 1,42 и составил 5,62. При этом стоит отметить сокращение периода оборачиваемости с 85,7 в начале рассматриваемого периода до 64,0. Причиной высокого коэффициента оборачиваемости может являться снижение периода обращения кредиторской задолженности на 21,7 за три года, что может оказать положительное влияние на предприятие, так как гарантирует лишний приток денег.

Таким образом, на основе проведенного анализа и сравнения показателей дебиторской задолженности и запасов в ОАО «Спартак» и СОАО «Коммунарка», можно сделать следующие выводы. Основная деятельность рассматриваемых организаций является эффективной: выручка постоянно растет и превышает себестоимость. В результате анализа запасов были выявлены положительные тенденции в росте коэффициентов оборачиваемости как производственных, так и складских запасов, следовательно, можно отметить эффективное управление запасами на обеих фабриках. Краткосрочная дебиторская задолженность на фабрике «Спартак» за рассматриваемый период выросла в 2 раза, в отличие от «Коммунарки», где прирост данного показателя составил 33,81%. Значительный рост дебиторской задолженности может привести к снижению платежеспособности фабрики, а в будущем – к банкротству.

Несмотря на успехи рассмотренных компаний в управлении запасами, проявляющиеся в ускорении их оборачиваемости, необходимо введение дополнительных мероприятий с целью повышения эффективности:

- применение системы управления запасами по принципу JIT (Just-In-Time), что позволит минимизировать уровень запасов, путем заказа материалов только по мере необходимости, чтобы снизить издержки на их хранение и устаревание;

- регулярное обновление ассортимента продукции и анализ популярности каждого продукта для оптимизации запасов в соответствии с потребностями рынка и минимизацией риска излишних запасов устаревшей продукции;
- повышение требований к поставщикам, внедрение методики их оценки, что позволит также улучшить качество поставок;
- использование высокопроизводительных современных технологий: запас приближается к минимальной границе и компьютер немедленно подает заявку поставщику;
- обучение персонала методам эффективного управления запасами и повышению осведомленности о важности правильного управления запасами для бизнеса.

Для улучшения управления дебиторской задолженностью на обеих фабриках предлагается:

- внедрение системы регулярного анализа кредитоспособности клиентов перед предоставлением им кредита, чтобы минимизировать риск неуплаты;
- предложение клиентам различных вариантов оплаты, таких как предоплата, платежи в рассрочку или использование факторинговых услуг, чтобы сделать оплату более удобной для клиентов и ускорить взыскание задолженности
- определение четких условий платежей для клиентов, включая сроки оплаты и штрафы за просрочку (разработка и внедрение мер финансовой ответственности должников);
- установление системы поощрений и скидок для клиентов, которые регулярно и своевременно оплачивают свои счета;
- разработка и применение современных форм рефинансирования дебиторской задолженности;
- проведение анализа причин просрочки платежей и внедрение мероприятий для их предотвращения в будущем.

Литература:

1. Бухтик М.И. Финансовый менеджмент : учебно-методическое пособие / М.И. Бухтик. – Пинск : ПолесГУ, 2021. – 386 с.
2. Управление дебиторской задолженностью и запасами [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/upravlenie-debitorskoj-zadolzhennostyu-i-zapasami/viewer> – Дата доступа: 26.02.2024.
3. О компании [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://spartak.by/about_us/ – Дата доступа: 28.02.2024.
4. О компании [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.kommunarka.by/about/#>. – Дата доступа: 28.02.2024.
5. Отчет о прибылях и убытках ОАО «Спартак» за 2020-2022 год.
6. Отчет о прибылях и убытках СОАО «Коммунарка» за 2020-2022 год.
7. Бухгалтерский баланс ОАО «Спартак» за 2020-2022 год.
8. Бухгалтерский баланс СОАО «Коммунарка» за 2020-2022 год.

9. Assess a Company's Liquidity [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://fastercapital.com/content/Assess-a-Company-s-Liquidity.html>. – Дата доступа: 28.02.2024.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

ЭПИДЕМИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КЛЕТОЧНЫХ АВТОМАТОВ

Башабшех Мурад Махмуд

Соискатель-инженер

Тверской государственный технический университет
кандидат технических наук

Ключевые слова: клеточный автомат; динамические системы; эпидемические заболевания; имитационное моделирование

Keywords: cellular automaton; dynamic systems; epidemic diseases; simulation

Аннотация: В этом исследовании мы сообщаем о некоторых результатах нашей модели эпидемии, основанной на клеточных автоматах (КА). Интересно отметить, как КА может генерировать закономерности распространения в зависимости от географических обстоятельств. Представленная здесь модель, хотя и не проверена, генерирует новые модели поведения, которые естественным образом напоминают то, что мы видим в мире природы. Это открывает перспективу использования моделирования на основе КА для улучшения нашего понимания, оценки, прогнозирования и потенциального сдерживания распространения болезней, находящихся под влиянием пространственных переменных.

Abstract: We report on some of the findings from our epidemic model based on cellular automaton (CA) in this study. What's interesting to note is how a CA might generate patterns of spread based on geographic circumstances. The model presented here, while not validated, generates emergent behavior patterns that naturally resemble what we see in the natural world. This presents the prospect of leveraging CA-based simulations for enhancing our comprehension, assessment, forecasting, and potential containment of disease spread influenced by spatial variables.

УДК 004.94

Введение

Эпидемиология — это изучение болезней, которые распространяются, или, точнее, того, как распространяются фундаментальные принципы социальных систем. Поскольку эпидемиология представляет собой фундаментальный подход к природе, социальной санитарии, экономике и даже военной сфере, тема эпидемиологии становится очень обширной. Иными словами, моделирование в эпидемиологии требует множества методологий, выходящих за рамки целостной экологии живых организмов. Специальность: Эпидемиология исследует, как организмы могут выжить

в своей экологии. Это важнейшая область исследований, позволяющая понять, как болезнь распространяется внутри социальной системы. Междисциплинарный синтетический подход между биоматематическим и динамическим компьютерным моделированием - это эпидемиология, усиленная клеточно-автоматным анализом [1].

Междисциплинарный подход крайне необходим, чтобы понять, как болезнь распространяется внутри социальной системы. Считается, что инфекционное заболевание имеет масштабы эпидемии, когда оно распространяется значительно шире, чем случайный уровень заболеваемости, обычно наблюдаемый в этой области. Эпидемия может распространиться и заразить новые места при определенных обстоятельствах. На развитие эпидемии влияют степень взаимодействия людей друг с другом, наличие источников заболевания, отсутствие адекватных профилактических мер и другие факторы [2, 3].

В наши дни средства массовой информации уделяют вопросам общественного здравоохранения больше внимания; Распространение вируса в густонаселенных регионах вызывает особую озабоченность. Снижение производительности труда из-за болезней обходится отрасли в миллионы долларов ежегодно. На фоне недавних вирусных вспышек птичьего гриппа в Гонконге и Нидерландах, ящур в Великобритании и, конечно же, вспышки тяжелого острого респираторного синдрома в Азии коронавирусная болезнь 2019 (КОВИД-19) [4, 5]. Поэтому, учитывая конкретные переменные окружающей среды, желательно прогнозировать закономерности вирусной инфекции. Мы ожидаем, что, моделируя пространственно-зависимые элементы явления, такие как распространение вируса, мы сможем предвидеть, понимать и в конечном итоге регулировать поведение этого явления.

Актуальность темы заключается в том, что развитие проблемно-ориентированных систем управления позволит предотвратить эпидемические заболевания. Математическая модель, подходящая для прогнозирования пространственного распространения эпидемий, является наиболее важным инструментом для исследования такого рода систем.

Из-за взаимодополняемости системно-динамических моделей передачи эпидемических заболеваний крайне важно использовать эти модели в тандеме для прогнозирования динамики эпидемических систем, что требует тщательной оценки их особенностей и атрибутов. Эпидемия представляет собой динамическую систему, пространственно распределенную и используемую для характеристики пространственно-временного поведения моделей, принадлежащих к классу клеточных автоматов.

Целью данной работы является повышение качества контроля эпидемии и возможности визуализации графической модели СА посредством численного имитационного моделирования.

Задачи исследования:

Для достижения поставленной цели необходимо решение следующих задач:

1. Использовать вероятностные клеточные автоматы на основе правильных шестиугольных решеток для моделирования пространственного

- распространения эпидемий путем реализации алгоритма и двумерных моделей клеточных автоматов;
2. Изучить современные подходы, основанные на клеточных автоматах и моделях компартов, для моделирования эпидемических процессов;
 3. применение клеточных автоматов к математической модели пространственного распространения эпидемии с помощью программного обеспечения для поддержки принятия решений;

Научная новизна заключается в работе получены исследование показало применимость использования моделей КА в качестве прогностического инструмента для эпидемиологов. Исследование продемонстрировало полезность использования моделей КА в качестве прогностического инструмента для эпидемиологов, что и составляет научную уникальность работы. Уникальным аспектом является применение различной геометрии решеток регулярных клеточных автоматов, правил соседства ячеек и компартментальных моделей перехода состояний клеток, что способствует адаптации к различным типам заболеваний и внешним ситуациям. Это уникальное программное обеспечение и аналитические инструменты для отслеживания и визуализации пространственно-временного распространения эпидемий.

Научная новизна состоит в том, что модели КА позволяют учитывать различные факторы, влияющие на динамику распространения инфекций, такие как контакт между людьми, скорость передачи заболевания, иммунитет и вакцинация. Путем представления этих факторов в виде состояний и переходов между состояниями модель КА может смоделировать динамику эпидемического процесса с высокой степенью точности.

Инфекционное заболевание является одним из важнейших заболеваний в обществе. Построение имитационных моделей распространения инфекционных заболеваний стало возможным благодаря изучению существующих данных о динамике патогенеза, а также математическим и биологическим методам, даже если истинные процессы, происходящие при распространении инфекции, зачастую еще не до конца понятны. Люди принимают противозидемические меры [6].

Эпидемия возникает, когда инфекционное заболевание распространяется широко, в гораздо большей степени, чем обычно регистрируемая заболеваемость (спорадическая заболеваемость) в определенном месте. Эпидемии способны распространяться и заражать новые территории при определенных обстоятельствах. Степень контакта с людьми, наличие или отсутствие источников заболеваний, а также эффективность профилактических мер — вот некоторые из переменных, влияющих на скорость распространения эпидемии. Выявить или остановить эпидемии будет легче, если знать закономерности их возникновения и распространения среди видов [7-13].

Для решения проблемы пространственного распространения пандемии необходима распределенная или параллельная архитектура. Существует множество математических моделей распределенных и параллельных вычислений. Клеточные автоматы (КА) — это математическая модель распределенных и параллельных вычислений. При использовании клеточных автоматов для моделирования физических процессов реального мира, таких как социальные взаимодействия,

болезни или явления квантового мира, ряд исследований дал очень интересные результаты [14].

Клеточные автоматы (КА) характеризуются дискретизацией пространства и времени [15]. Обычно клеточный автомат состоит из графа, каждый узел которого представляет собой автомат с конечным состоянием или ячейку. Этот граф обычно имеет форму двумерной решетки, ячейки которой развиваются в соответствии с глобальной функцией обновления, применяемой равномерно ко всем ячейкам. В качестве аргументов эта функция обновления принимает текущее состояние ячейки и состояния ячеек в ее окрестности взаимодействия, как показано на рисунке 1. Окрестность взаимодействия представляет собой набор близлежащих ячеек, которые функция обновления опрашивает для получения информации о состоянии. Размер и форма окрестностей варьируются от приложения к приложению [16-18].



Рис. 1. Переходы между состояниями зависят от состояний окрестности.

Часто неправильно используют термин «эпидемия», когда большинство людей имеют в виду «вспышку». В любом случае важно помнить, что фразы «эпидемия» и «вспышка» относительны и имеют разные значения в зависимости от рассматриваемых вирусов и окружающей среды. Например, грипп является эндемичным в Австралии, где в любой момент времени регистрируются сотни случаев. Сто случаев не будут вызывать тревогу при вспышке. Тем не менее, высокий уровень смертности от оспы и отсутствие иммунитета у нашего населения означают, что даже в случае единичного случая органы здравоохранения будут находиться в состоянии повышенной готовности и будут приняты решительные меры по сдерживанию. Вспышка считается эпидемией, если она в несколько раз превышает эндемический уровень. Пандемии определяются как широко распространенные заболевания, такие как вспышка гриппа 1918 года [19].

Поскольку эпидемии могут иметь значительные негативные последствия для здоровья людей, экономики и вооруженных сил, они являются естественной частью мира и находятся в центре внимания многих исследований по моделированию [20].

Компьютерное моделирование жизни, а именно распространение болезней и социальных, религиозных и политических убеждений, а также мемов, можно легко смоделировать с помощью клеточных автоматов [21].

Все модели распространения эпидемии объединяет одна особенность: виртуальная среда, в которой они действуют, идеализирована и приближительна. Это является

результатом задачи создания точной и управляемой симуляции, включающей все переменные, встречающиеся в природе.



Хозяева могут быть выздоровевшими, инфекционными или восприимчивыми в соответствии с парадигмой представления эпидемии SIR [22]. Восприимчивыми считаются те, кто здоров и еще не заразился вирусом, но восприимчив к заражению от зараженных хозяев. Вирус переносится инфекционными хозяевами, которые затем могут передать его другим хозяевам. Наконец, выздоровевшие хозяева — это люди, у которых развился иммунитет против дальнейшего заражения и которые больше не заразны. Имейте в виду, что переход между стадиями S, I и R является вероятностным и что наблюдаемые особенности конкретных заболеваний влияют на вероятность сохранения этого иммунитета [23].

Эволюция ячеек клеточного автомата управляется функцией обновления, которая учитывает текущее состояние каждой ячейки, а также состояния ее соседей, чтобы определить следующее состояние. Хотя в некоторых предыдущих моделях использовались детерминированные методы обновления [24-27], вероятностные правила, похоже, лучше отражают природу [28, 29]. В этой статье мы представляем определения ячеек и правил обновления, используемых в нашей вероятностной модели эпидемии [30].

Ландшафтный регион одинакового размера с определенной популяцией представлен клеткой CA. Разнообразие популяций внутри клеток приведет к различной плотности, а также к потенциальным [31-33].

Клетка — это фундаментальная поведенческая единица в нашей концепции. В этом случае «ячейками» являются автоматы, а не настоящие ячейки. Путем корректировки многочисленных факторов распространения эпидемии пользователь может указать физический регион ландшафта, который представлен одной ячейкой [34-38]. Если параметр мобильности хоста установлен относительно скромным во время конкретного выполнения моделирования, ячейки могут показаться физически огромными по сравнению с более поздним моделированием, где мобильность установлена высокой. Это связано с тем, что, во-первых, низкую мобильность хозяев (или высокую сложность перемещения) можно сравнить с огромными расстояниями, которые им приходится преодолевать, чтобы добраться до соседних клеток и таким образом распространить болезнь на эти клетки [39, 40].

Важно отличать клетки в нашей модели от хозяев, живущих внутри клеток. Следующие характеристики каждой ячейки используются для выявления различий в

плотности населения и мобильности, которые обычно основаны на географических (пространственных) характеристиках, таких как готовность к передвижению по сравнению с ограниченным передвижением из деревни в деревню, а также городские и сельские районы [41-45].

Пропускная способность клетки служит методом ограничения количества хозяев, которые могут мигрировать между клетками. Это произвольное измерение площади поверхности, которая удерживает людей от скопления людей в определенном отсеке. Если или если клетка превысила свою несущую способность, это влияет на количество младенцев. В целях моделирования эффект несущей способности земли обеспечивает простой подход к поощрению или подавлению перемещения особей между клетками, хотя в природе он не применяется напрямую [46].

Традиционно каждая ячейка, составляющая более крупный клеточный автомат, имела один «объект», занимающий ее, как в КА фон Неймана [47]. Вместо того, чтобы диктовать это, наша модель позволяет множеству людей проживать в одной клетке, вплоть до указанной ранее несущей способности. Основными целями переменной популяции клеток являются: (1) минимизация общего количества клеток, что, в свою очередь, сокращает время вычислений; и (2) обеспечить общность. Пример «классического» клеточного автомата можно получить, установив пропускную способность на единицу. Имейте в виду, что каждая ячейка считается хорошо перемешанной в том смысле, что на каждом временном этапе каждый индивидум внутри этой клетки будет взаимодействовать с каждым другим индивидуумом [48].

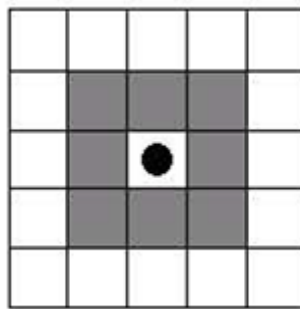
Среда, в которой «живут» хозяева, состоит из двумерного массива клеток и параметров распространения эпидемии, которые контролируют их эволюцию [49-51]. Ячейки располагаются в прямоугольной сетке, состоящей из квадратных ячеек, которые могут иметь или не иметь квадратные внешние размеры. Мировые границы, которые теоретически могут быть океанами или правительственными границами, разрешающими иммиграцию в этот мир и из него в другие миры, действуют как непреодолимые препятствия для перемещения принимающих стран [52]. В следующей части описываются параметры эпидемии, которые можно регулировать, чтобы влиять на эволюцию клеток и, следовательно, на возникающее и зачастую непредсказуемое поведение всей системы [53].

Это составной список параметров распространения эпидемии, основанный на текущих моделях эпидемии [54, 55], особенно на моделях, которые рассматривают вирусные инфекции, способные выживать вне тел своих хозяев. Это не полный список, но он включает в себя то, что считается наиболее важными переменными, влияющими на поведение эпидемии. На все параметры, применяемые к решетке КА, непосредственно влияют вероятности, используемые для их представления, за исключением радиусов взаимодействия. Индивидуальные черты различных заболеваний можно моделировать путем варьирования вероятностей. В этом исследовании будут рассмотрены только характеристики, которые зависят от плотности и динамики населения, то есть размера района, передвижения, векторной и контактной инфекции [56, 57].

- радиус окрестности
- вероятность движения
- вероятность иммиграции

- уровень рождаемости
- смертность
- заболеваемость вирусом
- вероятность векторного заражения
- вероятность контактного заражения
- вероятность спонтанного заражения
- вероятность восстановления
- вероятность повторной восприимчивости

Радиус соседства. Размер окрестности взаимодействия, в которой ячейка ищет информацию о состоянии, определяется этим параметром [58]. Уравнение 1 показывает, как наша модель использует квадратную окрестность Мура, площадь которой n определяется радиусом взаимодействия r .



$$n = (2r + 1)^2 \quad (1)$$

Движение и заражение — это два разных радиуса взаимодействия. Максимальное расстояние, которое хост может пройти за шаг времени, выраженное в ячейках, определяется радиусом движения. Радиус заражения незначительно отличается от радиуса подвижности тем, что он специфичен для вирусного возбудителя, а не для хозяев. Максимальное расстояние, на которое вирусный возбудитель может самостоятельно перемещаться за пределы тела хозяина, известно как радиус заражения. Это число имитирует передачу вируса через естественных переносчиков, таких как грызуны в случае бубонной чумы или воздушно-капельный путь в случае гриппа [59, 60].

Вероятность движения: Люди во всем мире могут свободно перемещаться между камерами. Частота этого движения определяется вероятностью движения. Хотя перемещение хозяев между клетками контролируется параметром вероятности движения, наша модель предполагает однородное перемешивание внутри каждой ячейки. Примерно два из каждых пяти хостов должны, например, мигрировать из ячейки, в которой они сейчас живут, в другую ячейку в пределах ее окрестности движения, если вероятность движения p_{move} установлена равной 0,4. От того, заполнена ли ячейка назначения до предела, зависит, будет ли перемещение хоста между ячейками успешным. Ячейка назначения в этой модели выбирается случайным образом из окрестности локальных взаимодействий [61].

Уровень векторного заражения: Помимо заражения мобильного инфекционного хозяина, вирус может перемещаться по клеткам посредством присущих ему процессов распространения. Векторизованная инфекция — это инфекция, которая распространяется таким образом. В этой модели параметр p_{input} регулирует скорость

межклеточного заражения. Фактическая вероятность распространения P_{vected} является функцией параметра векторного заражения, заданного пользователем P_{input} и плотность восприимчивых хозяев в районе локального взаимодействия (Уравнение 2). Высокое значение этого параметра будет означать, что вирус легко передается, например, передающийся по воздуху или с птичьим пометом.

$$P_{vected} = \frac{\text{susceptible population}}{\text{neighbourhood capacity}} \times P_{input} \quad (2)$$

Новое состояние каждой ячейки развивается с использованием функции обновления ячейки КА. Данные о состоянии ячеек в окрестности взаимодействия ячейки, а также все параметры, перечисленные в предыдущем разделе, передаются функции обновления ячейки в качестве аргументов [62].

Алгоритм обновления клеток состоит из двух этапов: этап движения и этап заражения. Крайне важно помнить, что фаза движения имеет мгновенные последствия, а это означает, что популяции клеток сразу же модифицируются, чтобы отражать перемещения хозяина. Несмотря на то, что фаза заражения реализуется последовательно по всей решетке, каждая клетка на этой фазе развивается одновременно с каждой другой клеткой [63].

Фаза заражения и восстановления: На этапе заражения и выздоровления аналогичные процедуры выполняются последовательно, что означает, что все действия, влияющие на популяцию принимающей страны, завершаются до подсчета числа заражений. Чтобы выявить потенциальные отклонения, попробуйте различные варианты чередования.

Результаты моделирования

Для реализации на практике моделей СА распространения эпидемиологических заболеваний необходимо решить вопрос интеграции данных из географических информационных систем и других источников. Кроме того, добавление большего количества измерений к решеткам может привести к значительному увеличению количества необходимых вычислений и данных, что потребует использования высокопроизводительных вычислений и высокопроизводительных вычислительных технологий для решения реальных проблем.

Настройки параметров: Параметры, используемые в этом сценарии, перечислены в Таблице 1; практически все они равны нулю, за исключением радиуса заражения, вероятности контактного заражения и вероятности векторного заражения, которые все равны единице. Эти цифры представляют собой упрощенную ситуацию, в которой фиксирован как географический, так и демографический состав населения. Целью наблюдения за тем, как плотность населения влияет на динамику эпидемии, является ускорение передачи инфекции.

Таблица 1. Значения параметров для сценария «Коридоры распространения»

Parameter	Value
Infection radius	1
Movement radius	0
Immigration rate	0.0
Birth rate	0.0
Natural death rate	0.0
Virus morbidity	0.0
Spontaneous infection rate	0.0
Vectored infection rate	1.0
Contact infection rate	1.0
Recovery rate	0.0
Resusceptible rate	0.0
Movement probability	0.0

Таблица 1. Значения параметров для сценария «Коридоры распространения». Все параметры обнуляются, за исключением тех, которые напрямую связаны с плотностью населения. То есть все они равны нулю, за исключением радиуса заражения, уровня векторного заражения и уровня контактного заражения, которые установлены равными единице.

Карта временного лага на рисунке 2 отображает результаты применения модели с вышеупомянутыми характеристиками, специфичными для заболевания и ландшафта. По сути, карта задержек представляет собой набор изображений, снятых в момент $t = 0; 20; 40; 60; 80; 100; 200; \text{ и } 300$. Каждая ячейка представлена квадратом: белые квадраты содержат только восприимчивых и выздоровевших хозяев, а черные квадраты содержат хотя бы одного зараженного хозяина. Рисунок 3 иллюстрирует склонность эпидемии к образованию «нечеткого креста», следуя линиям плотности населения.

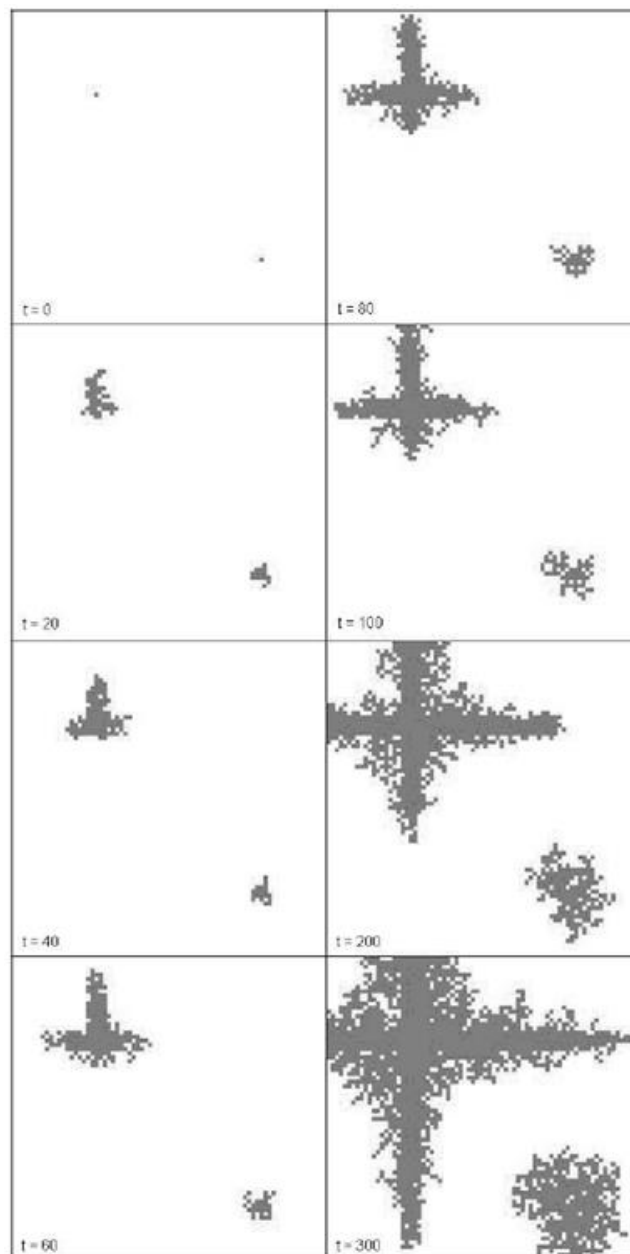


Рис. 2. состояние эпидемии в момент $t = 0; 20; 40; 60; 80; 100; 200; 300$.

Эпидемия в верхнем левом углу карты распространилась на все четыре края спустя 300, но вспышка в правом нижнем углу еще не распространилась ни на один из них. Наблюдайте, как эпидемия сначала заполняет пространство между дорогами, а затем распространяется наружу по рукавам или «дорогам». Это демонстрирует, как, вопреки ожиданиям, болезнь распространяется быстрее через густонаселенные места, чем через менее населенные или пустые места.

В отличие от моделей дифференциальных уравнений, которым не хватает такой возможности, эти сценарии демонстрируют эффективность моделей КА как основы теории для передовых подходов к моделированию и визуализации эпидемий. На рисунке 2 хорошо видно, где расположены наибольшая плотность населения, заразные города и самая высокая скорость заражения.

Подобные инструменты прогнозирования могут быть использованы в будущем, чтобы помочь чиновникам общественного здравоохранения эффективно управлять медицинскими услугами и мерами сдерживания в ответ на динамику распространения вируса.

Заключение

Вышеупомянутые сценарии пандемии дают возможность продемонстрировать возможности визуализации графической модели КА. Важно то, что такого рода поведение, по-видимому, не адекватно представлено другими моделями, основанными на статистике, такими как модели цепей Маркова. Доступно очень мало выборочных данных о пространственном поведении эпидемий; большая часть работы в области эпидемиологии инфекционных заболеваний посвящена анализу статистических данных и созданию моделей, которые их понимают. Это особенно актуально для карт отставания, которые создаются после эпидемии, а не заранее, и собирают данные как во время, так и после вспышки.

Миграция происходит между элементарными популяциями, соответствующими клеткам при моделировании миграционных потоков, и смешанными популяциями с использованием клеточных автоматов. Процесс выбора людей для миграции выглядит следующим образом: все группы населения мигрируют с одинаковой скоростью, и миграция всех групп происходит одинаково.

Это исследование продемонстрировало полезность моделей КА в качестве прогностического инструмента эпидемиолога. Использование обширных исторических данных для калибровки и проверки моделей конкретных эпидемий является следующим этапом этого исследования.

Литература:

1. Башабшех М. Комбинированная имитационная модель пространственного распространения эпидемий на основе стохастической компартментной модели и вероятностного клеточного автомата. Diss. Юго-Зап. гос. ун-т, 2014. <http://simulation.su/uploads/files/default/2014-cand-dic-bashabsheh.pdf>
2. Самарский А.А., Михайлов А.П. Математическое моделирование: идеи, методы, примеры. – М.: Физматлит, 2001.
3. Тарасевич Ю.Ю. Математическое и компьютерное моделирование / Ю.Ю. Тарасевич – М.: Эдиториал УРСС, 2001.
4. Bashabsheh, M., & Al-Salaimah, B. (2023). APPLICATION OF AN AGENT APPROACH TO SIMULATION MODELING OF THE PROCESS OF EPIDEMIC SPREAD. *Deutsche Internationale Zeitschrift für Zeitgenössische Wissenschaft*, (65).
5. Bashabsheh, M. (2023, November). Mathematical model of the spread of COVID-19 using any logic system. In *AIP Conference Proceedings* (Vol. 2930, No. 1). AIP Publishing.
6. Fu, S. C. (2002). Modelling epidemic spread using cellular automata. University of Western Australia.
7. Bashabsheh, Murad. (2023). Modeling the spatial distribution of dynamic systems using probabilistic cellular automata. *Journal of Chemical Biological and Physical Sciences*. 13. 10.24214/jcbps.B.13.4.40111.
8. Башабшех М.М., Масленников Б.И., Скворцов, А.В. Комбинированная имитационная модель пространственного распространения эпидемических заболеваний по холере на основе вероятностного клеточного автомата // Интернет-журнал Науковедение. 2013 (3), 47-47.

9. Палюх, Б. В., Егерова, И. А., & Скворцов, А. В. (2012). Сервис моделирования распространения процессов различной природы. Вестник ТвГТУ, 180(20), 11-14.
10. Башабшех М.М., Масленников, Б.И., Скворцов, А.В. Комбинированная имитационная модель пространственного распространения эпидемических заболеваний по холере на основе вероятностного клеточного автомата // Интернет-журнал «Науковедение». 2013 №3 (16) [Электронный ресурс]. -М. – Режим доступа: <http://naukovedenie.ru/PDF/42tvn313.pdf>.
11. Wolfram S. "Statistical Mechanics of Cellular Automata" / S. Wolfram // Reviews of modern physics. 1983. 55, Pages 601-644.
12. Bashabsheh M.M., Maslennikov, B.I., Skvorcov A.V. Kombinirovannaja imitacionnaja model'prostranstvennogo rasprostraneniija jepidemicheskikh zabolevanij po holere na osnove verojatnostnogo kletochnogo avtomata. Internet-zhurnal Naukovedenie. 2013 (3), 16.
13. Башабшех М.М., Масленников Б.И. Имитационное моделирование пространственного распространения эпидемий (на примере холеры) с применением метода клеточных автоматов с помощью программы AnyLogic. Интернет-журнал Науковедение. 2013 (6), 127-127.
14. Махмуд, Б. М. (2023). МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА РАСПРОСТРАНЕНИЯ ЭПИДЕМИИ С ПРИМЕНЕНИЕМ ДИНАМИЧЕСКИХ СИСТЕМ КЛЕТОЧНОГО АВТОМАТА. Электронный периодический рецензируемый научный журнал «SCI-ARTICLE. RU», 19.
15. Кручинин, С. В. (2017). Протографы и клеточные автоматы в моделировании динамики распространения состояния в социуме. Научно-исследовательские публикации, (4 (42)), 28-33.
16. Горковенко, Д. К. (2017). Сравнительный анализ моделей эпидемии и клеточного автомата при моделировании распространения информации в социальных сетях. Информатика, телекоммуникации и управление, 10(3), 103-113.
17. Оськин, А. Ф., & Оськин, Д. А. (2021). Моделирование эпидемии с помощью клеточных автоматов. Вестник Полоцкого государственного университета. Серия С. Фундаментальные науки, (4), 29-34.
18. Бруттан, Ю. В., & Туманова, Е. С. (2020). ИССЛЕДОВАНИЕ ПОДХОДОВ К МОДЕЛИРОВАНИЮ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ВИРУСНЫХ ИНФЕКЦИЙ. Вестник Псковского государственного университета. Серия: Технические науки, (11), 38-48.
19. Иванова, А. Д. (2017). Эвакуационное моделирование на основе клеточных автоматов. Вестник евразийской науки, 9(3 (40)), 13.
20. Соколов, И. А., & Миловидова, А. А. (2017). Обзор свойств клеточных автоматов, их применения. Системный анализ в науке и образовании, (1), 21-31.
21. Кондратьев, М. А. (2013). Методы прогнозирования и модели распространения заболеваний. Компьютерные исследования и моделирование, 5(5), 863-882.
22. Kermack W.O., McKendrick A.G. A Contribution to the Mathematical Theory of Epidemics / W.O. Kermack, A.G. McKendrick // Proc. Roy. Soc. Lond.A 115.1927. С.700-721.
23. Башабшех М.М. Использование среды Anylogic при моделировании распространения эпидемии // Современные научные исследования и инновации (Электронный журнал). 2013. № 4. URL: <https://web.snauka.ru/issues/2013/04/23264>
24. Dai, J., Zhai, C., Ai, J., Ma, J., Wang, J., & Sun, W. (2020). Modeling the spread of epidemics based on cellular automata. Processes, 9(1), 55.
25. Башабшех, М.М., Масленников, Б.И. Имитационное моделирование пространственного распространения эпидемий (на примере холеры) с применением метода клеточных автоматов с помощью программы AnyLogic // Интернет-журнал «Науковедение». 2013 №6 (19) [Электронный ресурс]. -М. – Режим доступа:

<http://naukovedenie.ru/PDF/135TVN613.pdf>.

26. Bashabshekh M.M., Maslennikov B.I. Simulation modeling of the spatial spread of epidemics (cholera for example) using the method of cellular automata using the Anylogic. *Naukovedenie*. 2013 (6).
27. Bin, S., Sun, G., & Chen, C. C. (2019). Spread of infectious disease modeling and analysis of different factors on spread of infectious disease based on cellular automata. *International journal of environmental research and public health*, 16(23), 4683.
28. Башабшех, М.М. Компаратментные модели распространения заболеваний (эпидемии) [Текст] / М.М. Башабшех, Б.И. Масленников и др. // Система гарантий качества образования: Разработка и внедрение: материалы научнопрактической конференции. – Тверь: Купол, 2012. – С.23-27.
29. Athithan, S., Shukla, V. P., & Biradar, S. R. (2014). Dynamic cellular automata based epidemic spread model for population in patches with movement. *Journal of Computational Environmental Sciences*, 2014.
30. Башабшех М.М. Исследование и прогнозирование эпидемиологических заболеваний на основе компартментальных моделей [Текст] / М.М. Башабшех, А.В. Скворцов, Б.И. Масленников // Сборник научных трудов магистрантов и аспирантов. Раздел информационные технологии в науке и образовании. – Тверь: ТвГТУ, 2013. – Выпуск 3. – С.6-9.
31. Сидляр, М. Ю. (2022). Разработка вероятностного клеточного автомата для представления статистических данных по распространению и развитию эпидемий. In Шестая зимняя школа по гуманитарной информатике (pp. 106-111).
32. Макаров, В. Л., Бахтизин, А. Р., Сушко, Е. Д., & Агеева, А. Ф. (2020). Моделирование эпидемии COVID-19-преимущества агент-ориентированного подхода. *Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз*, 13(4), 58-73.
33. Башабшех М.М. Имитационное моделирование пространственного распространительных динамических систем с использованием вероятностных клеточных автоматов на основе регулярных гексагональных решёток [Текст] / М.М. Башабшех, А.В. Скворцов, Б.И. Масленников // Образование и наука: современное состояние и перспективы развития: сборник науч. Трудов междунар. заоч. науч.-практ. конф. – Тамбов, 2013. – Часть 9. – С. 25-26.
34. Криворотько, О. И., & Кабанихин, С. И. (2023). О математическом моделировании COVID-19. *Сибирские электронные математические известия*, 20(2), 1211-1268.
35. Башабшех М.М., Скворцов А.В., Масленников Б.И. Совмещение вероятностных клеточных автоматов и компартментных моделей для прогнозной оценки пространственного распространения эпидемиологических заболеваний. // Сб. Трудов НТК. Конференции: «Интеграция науки и образования-производству, экономике», 12 декабря 2012. Том 2. С10. Тверь.
36. Башабшех М.М., Скворцов А.В., Масленников Б.И. "Совмещение вероятностных клеточных автоматов и компартментных моделей для прогнозной оценки пространственного распространения эпидемиологических заболеваний." Сб. Трудов НТК. Конференции: «Интеграция науки и образования-производству, экономике. Vol. 12. 2012.
37. Бобков, С. П., & Галиаскаров, Э. Г. (2020). Моделирование процесса теплопроводности с использованием систем клеточных автоматов. *Программные продукты и системы*, 33(4), 641-650.
38. Bashabsheh M.M., Skvorcov A.V., Maslennikov B.I. Sovmeshhenie veroyatnostnyh kletochnyh avtomatov i kompartmentnyh modelej dlja prognoznoj ocenki prostranstvennogo rasprostraneniya jepidemiologicheskikh zabolevanij. Sb. Trudov NTK. Konferencii: «Integracija nauki i obrazovanija-proizvodstvu, jekonomike, 12.

39. Башабшех М.М., Скворцов А.В., Масленников Б.И. Применение клеточных автоматов для моделирования пространственного распространения эпидемиологических заболеваний // Вестник тверского государственного технического университета: Научный журнал. – Тверь: ТвГТУ, 2013. – №1. – Вып.23. – С. 9-14.
40. Башабшех М.М., Скворцов А.В., Масленников Б.И. "Применение клеточных автоматов для моделирования пространственного распространения эпидемиологических заболеваний". Вестник Тверского государственного технического университета (1) (2013): 9-13.
41. Mondal, S., Mukherjee, S., & Bagchi, B. (2020). Mathematical modeling and cellular automata simulation of infectious disease dynamics: Applications to the understanding of herd immunity. *The Journal of chemical physics*, 153(11).
42. Башабшех М.М., Скворцов, А.В., Масленников Б.И. ПРИМЕНЕНИЕ КЛЕТОЧНЫХ АВТОМАТОВ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАСПРОСТРАНЕНИЯ ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКИХ ЗАБОЛЕВАНИЙ.
43. Башабшех М. Комбинированная имитационная модель пространственного распространения эпидемий на основе стохастической компартментной модели и вероятностного клеточного автомата: специальность 05.13.01 "Системный анализ, управление и обработка информации (по отраслям)": автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук / Башабшех Мурад. - Курск, 2014. - 19 с.
44. Наумов, Л. А., & Шалыто, А. А. (2003). Клеточные автоматы. Реализация и эксперименты. *Мир ПК*, 2(0), 0.
45. Башабшех М.М. Математическое моделирование распространения эпидемий (на примере холеры) с использованием детерминированной и стохастической компартментных моделей [Текст] / М.М. Башабшех // Перспективы развития науки и образования: сборник научных трудов междунар. науч.-практ. конф. – Тамбов, 2014. – С. 15-16.
46. Башабшех М.М. Исследование пространственно распределенных динамических систем при моделировании распространения эпидемических заболеваний методами вероятностного клеточного автомата [Текст] / М.М. Башабшех, А.В. Скворцов, Б.И. Масленников // Перспективы науки. – 2013. – № 5 (44). – С. 60-63.
47. Ghosh, S., & Bhattacharya, S. (2021). Computational model on COVID-19 pandemic using probabilistic cellular automata. *SN Computer Science*, 2(3), 230.
48. Башабшех, М. М., Скворцов, А. В., & Масленников, Б. И. (2013). Моделирование пространственного распространения эпидемии с использованием регулярных гексагональных решёток на основе вероятностных клеточных автоматов. *Вестник ТвГТУ*, 84(23, № 1), 28-32.
49. Башабшех М.М. Моделирование пространственного распространения эпидемии с использованием регулярных гексагональных решёток на основе вероятностных клеточных автоматов [Текст] / М.М. Башабшех, А.В. Скворцов, Б.И. Масленников // Вестник тверского государственного технического университета: Научный журнал. – Тверь: ТвГТУ, 2013. – №1. – Вып.23. – С. 28-31.
50. Yakowitz, S., Gani, J., & Hayes, R. (1990). Cellular automaton modeling of epidemics. *Applied mathematics and computation*, 40(1), 41-54.
51. Башабшех М.М., Масленников Б.И., Скворцов А.В. Программа для прогнозирования пространственно-временного распространения эпидемий с использованием метода клеточного автомата. 2015.
52. Quan-Xing, L., & Zhen, J. (2005). Cellular automata modelling of SEIRS. *Chinese Physics*, 14(7), 1370.
53. Башабшех М.М. Разработка имитационной модели распространения эпидемий на

основе вероятностного клеточного автомата. Вестник компьютерных и информационных технологий. 2015 (1), 6-9.

54. Башабшех, М.М. Повышение качества и точности противоэпидемической ситуации с применением комбинированной имитационной модели на основе стохастической компартментной модели и клеточного автомата [Текст] / М.М. Башабшех // Инженерный вестник Дона (электронный журнал). – 2014. – №1. [Электронный ресурс]. – Режим доступа:

<http://www.ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2014/2273> (доступ свободный).

55. Dascalu, M., Malita, M., Barbilian, A., Franti, E., & Stefan, G. M. (2020). Enhanced cellular automata with autonomous agents for COVID-19 pandemic modeling. *Rom. J. Inf. Sci. Technol*, 23, S15-S27.

56. Башабшех М.М. Повышение качества и точности противоэпидемической ситуации с применением комбинированной имитационной модели на основе стохастической компартментной модели и клеточного автомата. 2013.

57. Махмуд Б.М. "Повышение качества и точности противоэпидемической ситуации с применением комбинированной имитационной модели на основе стохастической компартментной модели и клеточного автомата." *Инженерный вестник Дона*. 28 (1) (2014): 58.

58. Скворцов А.В., Башабшех М.М. Применение динамических систем, использующих метод вероятностного клеточного автомата при имитационном моделировании процесса распространения эпидемии холеры. *Журнал научных публикаций аспирантов и докторантов*. 2013 (4), 226-228.

59. White, S. H., Del Rey, A. M., & Sánchez, G. R. (2007). Modeling epidemics using cellular automata. *Applied mathematics and computation*, 186(1), 193-202.

60. Башабшех М.М., Скворцов А.В., Масленников Б.И. Вероятностный клеточный автомат. *Перспективы науки*, №5(44) 2013. 60.

61. Liu, Q. X., Jin, Z., & Liu, M. X. (2006). Spatial organization and evolution period of the epidemic model using cellular automata. *Physical Review E*, 74(3), 031110.

62. Chang, S. (2008). *Cellular Automata Model for Epidemics*.

63. López, L., Burguener, G., Giovanini, L. L., & Baldomenico, P. (2013). A cellular automata to model epidemics. In *IV Congreso Argentino de Informática y Salud (CAIS)-JAIIO 42* (2013).

ТУРИЗМ

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ПУТИ РАЗВИТИЯ ЭКОНОМИКИ ТУРИЗМА И ГОСТЕПРИИМСТВА

Батырова Назыгуль Турсынхановна

профессор

НАО Международный университет туризма и гостеприимства

К.Э.Н.

*Асан Д.С., доцент; Сарсенбаев А.А., старший преподаватель, НАО
Международный университет туризма и гостеприимства. Казахстан,
Туркестан*

Ключевые слова: экономика; туризм; гостеприимство; развитие; факторы; оценка; стабильность

Keywords: economics; tourism; hospitality; development; factors; assessment; stability

Аннотация: В статье рассматриваются вопросы развития экономики туризма и проблемы туристической экономики, которые в основном решаются за счет использования механизмов туристского рынка и включают в себя распределение туристических ресурсов, поддержку, развитие или расширение устойчивой туристической экономики, а также распределение доходов от туризма. В статье также предложены важные выводы и предложения по основным факторам развития туризма.

Abstract: The article discusses issues of the development of the tourism economy and the problems of the tourism economy, which are mainly solved through the use of tourism market mechanisms and include the distribution of tourism resources, support, development or expansion of a sustainable tourism economy, as well as the distribution of tourism income. The article also offers important conclusions and suggestions on the main factors of tourism development.

УДК 338.484.2

Введение. Туризм – многогранное явление общественной жизни, которое нельзя определить односторонне. По своей природе туризм представляет собой мультидисциплинарное, многофакторное явление. Мы можем рассматривать его как цепочку, соединяющую такие вещи, как инфраструктура, гостеприимство, свобода передвижения, качество туристических продуктов, от качества кухни до качества окружающей среды, образования, транспорта, коммунальных услуг [1, с.16].

Это удивительно развитая система путешествий и экскурсий, вид отдыха, направленный на восстановление физического и духовного потенциала личности, основанный на антропоэкологической парадигме. Туризм, среди прочего, является влиятельным инструментом «народной дипломатии» и важным фактором формирования и развития коммуникативной культуры.

Актуальность темы исследования состоит в том, что в статье доказывается, что экономическая эффективность туризма предполагает развитие туризма в стране параллельно и во взаимосвязи с другими сферами социально-экономического комплекса. Следует отметить, что положительное влияние туризма на экономику страны имеет место только в том случае, если туризм развит в полной мере, то есть он не превращает экономику страны в сферу услуг и не наносит вреда развитию других отраслей.

Цели и задачи являются выявление проблем туристической экономики, которые в основном решаются за счет использования механизмов туристского рынка и включают в себя распределение туристических ресурсов, поддержку, развитие или расширение устойчивой туристической экономики, а также распределение доходов от туризма.

Материалы методы. Основу экономики туризма составляют люди, удовлетворяющие свои потребности и желания в сфере туризма. Поэтому существование туристической экономики зависит от большого количества людей с одинаковыми потребностями и желаниями в долгосрочной перспективе – туристических путешествий.

Экономическое воздействие туризма сопровождается сильным социокультурным воздействием. Туризм – это социальный фактор отдыха, оздоровления, взаимопонимания между людьми, достижения историко-культурных ценностей развития личности, политической стабильности и социального равновесия. Современный туризм оказывает активное влияние на развитие социальной сферы, содействие занятости населения, сохранение и развитие культурного потенциала, рациональное использование свободного времени и восстановление репродуктивного потенциала. Территория региона становится все более привлекательной для бытового и туристического бизнеса.

Экономическая деятельность в сфере туризма рассматривается по товарам и услугам, потребляемым субъектами туризма - посетителями. Экономическая деятельность в сфере туризма определяется как совокупная деятельность, составляющая сущность туристической отрасли. Для оценки социально-экономического воздействия туризма необходимо располагать большим объемом информации о потребителях и производителях туристических услуг. Необходимо учитывать факторы, влияющие на туристский спрос и характер этого влияния, а также сложившиеся тенденции в сфере туризма [2, с.93].

При этом необходимо учитывать особенности туризма:

- основным предметом купли-продажи является комплексная туристическая услуга;
- особенность спроса на туристские услуги характеризуется, прежде всего, разнообразием клиентов, различающихся по материальным возможностям, возрасту, целям и мотивам; во-вторых, высокая гибкость и в-третьих, удаленность во времени и месте от предложения;
- предоставление туристических услуг также отличается по ряду характеристик: товары и услуги в туризме имеют двойственную природу (природные ресурсы и

техногенные ресурсы); высокая капиталоемкость отрасли и, как следствие, неэластичность производства и высокая неэластичность предложения;

- помимо покупателя и продавца механизм туристического рынка включает значительное количество посреднических отношений, обеспечивающих связь спроса и предложения.

Степень экономического развития внутреннего туризма в настоящее время оценивается его долей в валовом внутреннем продукте (ВВП) страны и долей в доходах бюджета. Однако туризм представляет собой реальную отрасль, в которой экономические выгоды и социальные роли дополняют друг друга, т.е. туризм должен быть весьма успешным, выполняя свою важную социальную роль.

Таблица 1. Обзор основных факторов развития туризма

Название категории факторов	Описание
Поощрение	Факторы, влияющие на выбор места путешествия в определенных ситуациях
Территориальный	Особенности географического положения регионов или стран, их связь с другими территориями.
Политический	Политическая стабильность
Научно-техническая	Состояние и перспективы развития научно-технического потенциала региона или страны.
	Факторы, определяющие структуру и характеристики населения
Социально-демографический	Способность поддерживать подходящую среду для проживания и отдыха человека.
Экологический	Тенденции экономического развития
Примечание: составлено автором	

Обсуждение. Туризм в Казахстане – вид экономической деятельности с высокой капиталоемкостью и трудоемкостью. Как известно, это относится к приносящей доход деятельности, которая может показывать высокую производительность труда по сравнению с вложенным капиталом. Это должно быть связано, прежде всего, с доходоприносящим характером туризма, для которого характерны гостеприимство, автоматизация человека и, как правило, предоставление персонализированных услуг, которые не могут быть заменены современными технологиями. Несомненно, туризм является одним из секторов приносящей доход деятельности, который меньше всего пострадал от технологического развития с точки зрения специализированной занятости рабочей силы. Следует отметить, что качество предлагаемых туристических услуг в целом ухудшилось там, где были предприняты попытки внедрения методов автоматизации в сфере личных услуг или услуг связи. Всемирная туристская организация ежегодно составляет десятку крупнейших стран по доходам от въездного туризма.

Таблица 2. 2020-2021 гг. страны-лидеры по доходам от туризма (мировой доход от туризма).

№	Страны	Прибыль от туризма млрд. доллар	Международная доля (%)
1.	Испания	222,98	13,9
2.	Франция	113,7	7,1
3.	Германия	108,9	6,8
4.	Япония	91,3	5,7
5.	США	68,8	4,3
6.	Великобритания	64,0	4,0
7.	Австралия	60,8	3,8
8.	Италия	38,4	2,4
9.	Канада	33,8	2,1
10.	Швейцария	33,6	2,1

Примечание: Составлено на основе национальной статистики Республики Казахстан.

Туризм в Испании, является эталоном туристического бизнеса и одним из самых развитых секторов народной экономики. В общей сложности в Испании имеются более 30 международных аэропортов, семь крупных круизных портов, около 3 000 километров скоростных железных дорог, крупнейшая сеть скоростных дорог и автомагистралей в Европе. В Испании находятся 15 городов, включенных в список Всемирного наследия ЮНЕСКО и 1500 музеев. В сфере МICE-туризма ежегодно проводятся более 22 000 конгрессов, в которых принимают участие около четырех миллионов человек. По территории современной Центральной Азии проходил Великий шелковый путь, который представляет собой знаменитую систему торговых маршрутов протяженностью 6,4 тысячи километров, соединявшую Восток и Запад со второго века до нашей эры до середины пятнадцатого века нашей эры. В Казахстане имеются 97 достопримечательностей, а в список Всемирного наследия ЮНЕСКО включены шесть уникальных объектов Казахстана: Мавзолей Ходжи Ахмеда Яссави, Петроглифы археологического ландшафта Танбалы, Сары-Арка – степь и озера северного Казахстана, Великий Шелковый путь: сеть маршрутов коридора Чанъань-Тянь-Шань, Западный Тянь-Шань, Туранские пустыни умеренного пояса [3].

Результаты. Расчеты выявили количество занятых во въездном туризме, которое в 2020-2021 годах приняло 8,6% от общего количества жителей трудоспособного возраста в обществе. В США индустрия туризма обеспечивает более 16 миллионов рабочих мест, что составляет 13% от общей занятости в стране [4, с.17].

Резкое снижение количества туристов, приезжающих в Республику Казахстан в 2019-2020 годах, связано с карантинными мерами в связи с эпидемией коронавируса COVID-19 в Республике Казахстан.

Границы развития туристической экономики и ее финансовые показатели определяются разнообразием уровня развития рынка туристических услуг региона. Финансовые показатели на региональном рынке туристских услуг влияют на объем спроса на турпродукт, с одной стороны, и на структуру регионального предложения, с другой, в результате чего продавцы вынуждены покупать. региональный рынок туристских услуг адаптирует свой продукт в соответствии с характером и размером

своих границ, а потребители, в свою очередь, ограничены номенклатурой предлагаемых туристических продуктов.

Выводы. С точки зрения развития экономики туризма можно обосновать следующие выводы:

1. Стратегической целью всего региона как конкурентоспособной единицы туристических организаций является обеспечение долгосрочной конкурентоспособности. Взаимодействие отраслей (гостиницы, транспорт, торговля), их рынков, людей и окружающей среды влияет на конкурентоспособность региона. Рынки предъявляют высокие требования к товару и тем самым стимулируют работу отраслей, и наоборот – конкурентные отрасли заинтересованы в сохранении и увеличении числа требовательных клиентов в данной отрасли.

2. Отрасли, получающие хорошие доходы от туризма, формируют определенное положительное мнение у местного населения. Люди, положительно относящиеся к туризму в своем регионе, являются залогом гостеприимства, создающего условия для реализации инновационных туристических проектов. Повышение отношения населения к положительным и отрицательным внешним воздействиям на конкурентоспособность региона;

3. Всемирная туристская организация определяет туристскую территорию как территорию с крупной сетью специальных объектов и услуг, необходимых для организации отдыха, образования или отдыха, продаваемых поставщиком услуг туристу или группе туристов. Таким образом, туристическими организациями следует управлять и как туристическим направлением, и как туристическим продуктом, и как стратегической бизнес-единицей.

4. Незрелость региональной туристической организации, в частности, в сельской местности, малых и средних городах, а также обеднение культурной сферы свидетельствуют о недостаточном заинтересованном участии местных властей в туристических программах. Реализация потребительской продукции местной промышленности, сопровождающей оказание туристических услуг, позволяет в ряде случаев принести большую прибыль, чем затраты на оказание туристических услуг;

Нелегко развивать туристические ресурсы для регионов, которые слабо развиты в сфере туризма. Как показывает опыт, чем выше уровень развития региона, тем обширнее и разнообразнее будут другие сферы его экономики, что приведет к увеличению развития финансовых показателей туристских организаций.

5. Важным условием разработки финансовых показателей региональных туристских организаций как сферы экономической деятельности является политика предварительной подготовки и контроля. В противном случае самостоятельная или неконтролируемая экономическая деятельность туристического бизнеса приведет к негативным последствиям, поскольку в этом случае местное население не имеет возможности адаптироваться к происходящим изменениям.

Подводя итог вышеизложенному, можно отметить, что туризм занимает важное место в экономическом комплексе страны, регионов и отдельных городов, а также в мировой экономической системе. Развитие туризма способствует дальнейшему углублению процесса интеграции и международной специализации. Необходимо

уделить серьезное внимание индустрии туризма как основной отрасли экономики страны, взаимосвязанной системы, влияющей на экономические и социальные процессы в обществе.

Литература:

1. Морозов М.А., Морозова Н.С., Карпова Г.А., Хорева Л.В. Экономика туризма. – М. : Федеральное агенство по туризму, 2014. –94 с.
2. Портер М. Конкурентная стратегия: Методика анализа отраслей и конкурентов - М. : Алыпина Бизнес Букс, 2005. — 454 с.
3. <https://www.advantour.com/rus/kazakhstan/unesco-world-heritage-sites.htm>.
4. Туризм Казахстана. 2017-2021 гг. Статистический сборник. 2022 г.