
СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

Основан в 1995 г.

2021
№ 2(84)



2021

вероятности обнаружения $P_{обн.i}$ и вероятности ложной тревоги $P_{л.т.i}$. Также экспериментально проверялась чувствительность предложенной модели ЦИ к длине вектора признаков, с целью исключения наименее значимых из них. С помощью изменения длины вектора признаков появилась возможность управления вычислительной сложностью алгоритма, за счет снижения точности распознавания.

Экспериментально доказано, что наиболее эффективным классификатором для решения задачи обнаружения ЦИ с текстовыми данными является метод К-ближайших соседей. Показатель вероятности ложной тревоги по различным вариантам тестовых выборок не превышает 0,11, в то время как вероятность обнаружения не опускается ниже 0,91 [9].

Заключение

В статье рассмотрен подход к разработке алгоритма распознавания ЦИ формата JPEG, содержащих текстовые данные. Он базируется на учете статистических характеристик распределения коэффициентов частотной области ЦИ формата JPEG, в частности значений коэффициентов ДКП яркостной составляющей цветовой схемы YCrCb. Алгоритм реализует три последовательных этапа: сбор статистических данных с целью формирования пространства признаков каждого класса ЦИ, обучение ансамбля вероятностных классификаторов, распознавание множества ЦИ формата JPEG. В составе алгоритма используется следующий ансамбль классификаторов: классификатор Байеса (КБ), линейный дискриминантный анализ (ЛДА), одноклассовый метод опорных векторов (ОМОВ) и метод К-ближайших соседей

(k-NN). Эффективность алгоритма проверена экспериментально и подтверждает адекватность используемой математической модели ЦИ формата JPEG.

Преимуществом разработанного алгоритма является его оперативность, основанная на проведении распознавания без полного декодирования ЦИ.

Список использованных источников

1. <https://www.websitehostingrating.com/ru/face-book-statistics/>.
2. <https://www.web-canape.ru/business/internet-2020-globalnaya-statistika-i-trendy>.
3. Ярославский Л.П. Введение в цифровую обработку изображений. - М.: Сов. Радио, 1979. 312 с.
4. Распознавание сжатых неподвижных графических сообщений на уровне коэффициентов ДКП/ А.В Скурнович, А.М. Ревякин// Матер. XX науч.-практ. семинара «Новые информационные технологии в автоматизированных системах». - М.: ИПМ им. М.В. Келдыша, 2017. - С. 23-28.
5. Ревякин А.М. Модель неподвижного графического сообщения формата JPEG, учитывающая характеристики его частотной области// Промышленные АСУ и контроллеры. 2019. № 2. С. 47-53.
6. Лепский А.Е., Броневич А.Г. Математические методы распознавания образов. - Таганрог: Изд-во ТТИ ЮФУ, 2009. - 155 с.
7. Фисун А.П. Компьютерная графика: методы, модели и средства преобразования графической информации. Т. 2. Теоретические основы обработки изображений и прикладные аспекты компьютерной графики. - Орёл: ОГУ, 2010. - 238 с.
8. Горелик А.Л., Скрипкин В.А. Методы распознавания. - М.: Высшая школа, 2004.
9. Mullin M., Sukthankar R. Complete cross-validation for nearest neighbor classifiers// Proc. of Int. Conf. on Machine Learning. - 2000.

УДК 517.977

DOI: 10.36622/VSTU.2021.84.2.017

Нгуен Куок Ши, Болнокин В.Е.

СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ И УПРАВЛЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКИМИ СРЕДСТВАМИ ПРОТИВОДЕЙСТВИЯ ВИРУСНЫМ УГРОЗАМ НА ОСНОВЕ ХОЛОДНОЙ ПЛАЗМЫ

**Вьетнамский Институт Технологии (ВинИТ), Ханой, Вьетнам
Институт машиноведения им. А.А. Благонравова РАН**

Работа посвящена изложению результатов системного анализа и разработки, основанных на применении холодной плазмы, технических средств противодействия вирусным угрозам. Рассмотрены различные уровни и средства противодействия угрозам, приведен анализ распространения вирусных популяций определенных уровней.

Введение

Все мы были свидетелями того, как в начале 2020 г. наш мир неожиданно был потрясен и погружен в ужас. Вспыхнула пандемия COVID-19, (ныне известным как SARS-CoV-2, ранее - под временным названием 2019-nCoV), нового, возможно, самого опасного в истории человечества, вида коронавируса. Источник того, что признано пандемией находился в Китае, точные

причины его не известны, многое указывает на утечку, санкционированную или нет, из бактериологической лаборатории в городе Ухань (Wuhan), провинция Хубэй (Hubei province).

COVID-19 начал необычайно быстро распространяться практически на весь мир. Погибли десятки миллионов людей, а сотни миллионов заражены. Всемирная организация здравоохранения предупреждает, что самые худшие сценарии распространения и последствий COVID-19 очень реальны.

Конечно, как всякое неисследованное и малопонятное природное или искусственное явление, пандемия COVID-19 обрастает массой конспирологических и фантастических трактовок, измышлений и прогнозов.

С точки зрения вирусологии и эпидемиологии, новый вид коронавируса COVID-19 (рис. 1), обладает особыми эпидемиологическими характеристиками:

- очень быстро размножается и имеет широкий диапазон распространения;
- в нормальных условиях атмосферы и температуры сохраняет повышенную, долгую живучесть на поверхности предметов и в воздухе;
- атакует дыхательную систему человека, вызывает тяжелую пневмонию, сердечно-сосудистую, может привести к быстрой смерти.

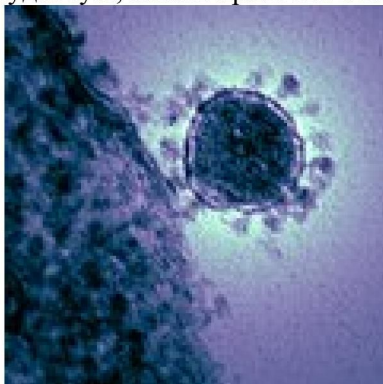


Рис. 1. Визуализированное изображение вирусного элемента SARS-CoV-2 (COVID-19)

Количество вызовов очень велико, и они опасны. Ситуация совершенно новая. Аналоги просматриваются с большим трудом. Сравнение возможно со Средневековой чумой, уничтожившей большую часть населения Европы.

Из анализа сложившихся проблем, стало совершенно понятно, что необходимо создавать совершенно новые, не существующих до сих пор, технологии и системы устройств противодействия вирусным угрозам. Имеющийся методологический и аппаратный запас ни в коей мере не обеспечивает решение проблемы борьбы с существующим и возможным, ожидаемым уже в ближайшем будущем, количеством и содержанием вызовов и угроз.

Таким образом, идейно новые методы, а также разработка и применение специализированной технологии должны быть построены на новых принципах с особыми требованиями об неиспользовании химических средств, наносящих вред человеку и окружающей среде. Это крайне важно, так как средства борьбы с COVID-19 применяются, в основном, в замкнутых или ограниченных пространствах, в условиях городов и поселений, в социальных, жилых, транспортных, производственных, учебных, специальных медицинских центров и т.д.

Исследование и разработка научно-технологических систем, способных быстро дезинфицировать разные типы поверхностей в нормальных условиях и уничтожить коронавирус, являются очень актуальными задачами, для того, чтобы предотвратить распространения и продолжения вспышки эпидемии COVID-19.

Систематизация проблемы

С позиций современного системного анализа явление появления и распространение вирусных мега популяций общемирового масштаба могут характеризоваться следующими уровнями и характерами влияния:

1. Уровень всей Природы, уровень всего существующего и живущего на Земле. Включает все существующие физические, энергетические и психические процессы, которые, в комплексе, образуют: литосферу, гидросферу, атмосферу, биосферу, а также, условную сферу всего существующего, обладающего сознанием, так называемую, ноосферу.

Ноосфера - сфера взаимодействия общества и природы, в границах которой разумная человеческая деятельность становится определяющим фактором развития (эта сфера обозначается также терминами «антропосфера»). При этом, наиболее существенным и основополагающим элементом существования всего присутствующего на Земле, является фактор деятельности живых существ, в первую очередь, человека.

По теории В.И. Вернадского, «в биосфере существует великая геологическая, быть может, космическая сила, планетное действие которой обычно не принимается во внимание в представлениях о космосе... Эта сила есть разум человека, устремленная и организованная воля его как существа общественного».

Многие мыслители предполагают, что все катаклизмы, стихийные бедствия, пандемии, происходят из-за нарушения гармонии с природой и враждебное отношение к ней.

2. Уровень отдельных стран и мировых регионов. Отличается наличием препятствий в проникновении популяций вирусов за счет су-

существования границ, контроля и ограничений при движениях товарных и людских потоков.

Естественно, ограничительные меры носят относительный характер и не являются абсолютным препятствием распространения различных инфекций.

Кроме этого, на этом уровне большую роль играют политические и государственные решения, которые также, в значительной степени, регламентируют движения и проникновения людских и материальных потоков из одной страны в другую.

3. Уровень отдельных экономико-социальных образований внутри уровня 2 - городов, районов и т.д.

Это уровень распространения вирусных популяций в мега-масштабе, которое определяется объектами инфраструктуры и может регулироваться административными решениями внутри всего образования. Вместе с регламентацией взаимодействия с другими образованиями данного уровня, особенно, соседними.

4. Уровень непосредственной, локального проявления активности вирусных популяций, в рамках групп людей, находящихся в пределах различных объектов инфраструктуры - населенные пункты, социальные, производственные и транспортные объекты, др.

5. Уровень непосредственного заражения и воздействия на организмы отдельных людей. Этот уровень является определяющим и критически важным в общей проблеме вирусной опасности.

Механизмом воздействия вирусной популяции данного уровня заключается в непосредственном проникновении вируса в тело человека, что происходит, в основном, воздушно-капельным путем или через тактильные контакты.

Вирус пытается проникнуть в клетки атакованного (хозяйского) организма и начать использовать клеточный материал. Для проникновения в клетку белки поверхности вируса связываются со специфическими поверхностными белками клетки. Прикрепление, или адсорбция, происходит между вирусной частицей и клеточной мембраной. В мембране образуется дырка, и вирусная частица или только генетический материал попадают внутрь клетки, где будет происходить размножение вируса (рис.1).

В среднем на поверхности отдельных элементов вируса COVID-19 находится около 40 "шипов". С их помощью вирус прикрепляется к человеческой клетке, которую он, в дальнейшем, заражает. Шипы выполняют две основные функции: прикрепления к рецепторам клеточ-

ной мембраны и слияния с клеточной мембраной, с проникновением в саму клетку.

Затем идут процессы массового размножения вирусов и уничтожения самой клетки. Последствиями являются нанесение ущерба организму пораженного организма, возникновение различных заболеваний, что может привести к смертельному исходу и имеет тяжелые долгосрочные последствия.

Проблеме жизненного цикла вируса COVID-19 и внедрения в тело человека посвящено огромное количество работ. Отметим работы [1-7] и анализ экспериментальных данных, проведенный Нгуен Куок Ши [3-5].

Методология и средства противодействия вирусным воздействиям

На высшем уровне (уровне 1) общемировые действия и изменения в парадигму самого существования Человечества. Необходимо осознание ценности жизни каждого живого существа, растительного мира. Люди должны осознать взаимозависимость и ценность всего существующего.

Правительства всех стран должны объединиться в решении задач сохранения окружающей среды.

Выработанная система мероприятий общемирового характера и масштаба станет основой гармонизации Человечества с окружающей миром и планетой Земля, которая является чувствующим и, возможно, обладающим сознанием, существом. Иначе наступит время необратимых катаклизмов и катастроф.

На уровне 2 наибольшее значение имеют решения между разными странами, связанными с недопущением взаимного распространения популяций вирусов.

Это и создание организационных и пограничных мер, связанных с контролем за перемещаемыми потоками людей и товаров. Это и взаимопомощь в информировании и снабжении друг друга необходимой медицинской помощью. Большое значение имеет и принятие согласованного законодательства.

На уровне 3 основную роль играют внутригосударственные меры. Это реализация единых требований и стандартов санитарной защиты населения. Развертывание специальных сил, обеспечивающих выполнения защитных мероприятий по вирусной безопасности отдельных районов, городов и населенных пунктов. Создание единой координирующей политики и мер по противодействию распространению вирусной инфекции между регионами, включая различные временные запреты на перемещения и определенные виды активности. Параллельно осуществляется производство и тотальное ис-

пользование комплекса технических и медицинских средств по дезинфекции и обеззараживанию. Целенаправленная пропаганда необходимости средств вирусной безопасности.

Уровень 4 - это уровень непосредственной встречи людей с вирусной опасностью. На этом уровне происходит заражение вирусами, ввиду непосредственных контактов между людьми.

Эффективная защита заключается, как в повсеместном применении технических и иных средств и систем дезинфекции, так и создание режимов, обеспечивающих минимизацию контактов между людьми.

Уровень 5 - уровень индивидуальной защиты человека при помощи специальных средств, как медицинские маски, перчатки, а также соблюдения организационных мер - соблюдение дистанции, минимизация посещения общественных мероприятий, исключения путешествий, особенно в неблагоприятные, точки зрения опасности заражения, страны и регионы.

Здесь же необходимо отметить необходимость эффективного медикаментозного и иного лечения.

В общей проблематике противодействию пандемиям, аналогичных COVID-19, занимают научные и технологические методы и системы, включая экспертные и математического моделирования. Эти методы особенно важны на острие противодействию COVID-19, на уровнях 3-5.

В настоящее время, разработано и используется достаточно большое количество экспертных систем и систем математического, аналитического и имитационного моделирования процессов зарождения и сего жизненного цикла COVID-19. Отметим [6-8].

Их общим слабым местом является недостаточный объем и точность исходных данных для проведения практических расчетов. Это существенно снижает уровень надежности оценок и выводов.

С точки зрения необходимости адекватных оценок угроз распространения вирусов в ареалах, плотно и достаточно компактно заселенных людьми, представляется целесообразным использование математических моделей, одними из наиболее эффективными являются вероятностные модели размножения и гибели, построенные на основе теории массового обслуживания.

Основным аппаратом здесь является аппарат марковских процессов, с дискретным или непрерывным временем.

Последовательность случайных величин $\{S_j; j=1,2,\dots\}$ называется марковской, если вероятностное распределение каждой из них S_j , за-

висит лишь от значений предыдущей S_{j-1} ($j=1,2,\dots$).

Аппарат математических моделей рождения и гибели считается эффективным при описании динамики популяций живых существ.

В случае анализа и оценок динамики процессов размножения вирусных популяций, типа COVID-19, случайную последовательность $\{S_j; j=1,2,\dots\}$ можно трактовать, как последовательность количества зараженных COVID-19 людей. При этом возможно как увеличение числа заболевших, так и уменьшения, по причинам выздоровления или летального исхода.

Граф состояний такого процесса имеет вид рис. 2. Особенность такой системы заключается в том, что переходы могут осуществляться из любого состояния только в соседние состояния, т.е. из состояния S_j - количества больных к моменту j , возможен переход только в состояния S_{j-1} или S_{j+1} . Здесь состояние S_{j+1} означает, что на одного заболевшего становится больше, а S_{j-1} , что меньше. Параметр j означает условный дискретный момент времени разворачивающегося процесса заражения ($j=1,2,\dots$).

Параметры λ , μ зависят от параметра времени и определяют вероятности увеличения или уменьшения, соответственно, количества зараженных на одну единицу. Т.е. при применении таких моделей предполагается достаточно частое квантование всего периода времени.

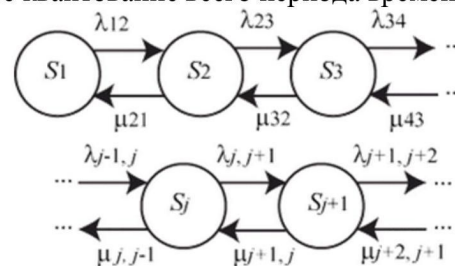


Рис. 2. Схема «увеличения - уменьшения больных COVID-19»

Математический аппарат и модели теории массового обслуживания, применительно к анализу процессов «увеличения - уменьшения больных COVID-19» может давать опорные оценки таких показателей, как:

- потенциальная величина заболевших, выздоровевших или погибших к определенному времени;
- вероятности наступления указанных событий.

При применении аппарата критически важным является получение характеристик λ , μ процесса. Это возможно с помощью обработки статистических данных процессов заражения, выздоровления, а также жизненного цикла COVID-19.

Авторами предложен алгоритм статистической обработки экспериментальных данных и получения на их основе оценок экстремальных, т.е. потенциально достижимых уровней характеристик процессов заражения COVID-19 [9,10].

Отметим работу [11], где даются экспертные оценки существа и перспективы событий, аналогичных появлению и развитию ситуации с пандемией COVID-19.

Ученые и инженеры из Вьетнамского ВинИТ института технологии (ВинИТ), под руководством проф. Нгуен Куок Ши, успешно исследовали и создали опытный образец плазменной системы дезинфекции, стерилизации поверхности и уничтожения различных бактерий, микробов, вирусов, в том числе коронавирусов COVID-19, для производственных, транспортных, гражданских объектов, что особенно важно, больниц и специализированных медицинских центров.

В настоящее время к работам подключена группа российских инженеров и исследователей, под руководством проф. Болнокина В.Е.

Разработана новая, предложенная в ВинИТ, технология создания потока холодной плазмы в камерах (технологических пространствах) обработки с высокой эффективностью дезинфекции и стерилизации при атмосферном давлении.

Поток холодной плазмы имеет низкую атомную и ионную температуру в несколько десятков градусов Цельсия, большую температуру электронов выше 10000 К, электронную плотность $10^{12}-10^{13} \text{ см}^{-3}$, заряженные частицы и ионы вследствие ионизации воздуха и газа аргона (Ar^+ , N_2^+ , N_2^- , O_2^+ , O_2^- ...), разнообразные активные ингредиенты O^- , OH^- , O^* , O_2^* , O_3^* , NO_x , ультрафиолетовое излучение (длина волны 180-400 нм), обладает высоким бактерицидным, фунгицидным и вирулицидным эффектом. Схема генерации и подачи потока холодной плазмы приведена на рис. 3. Данный поток хорошо подходит для дезинфекции поверхности и уничтожения вирусов, бактерий и микробов при атмосферном давлении.

В общем случае, плазменная технология в дезинфекции поверхности и антивирусная система объединяет в себе 08 бактерицидных механизмов, в том числе: высокую температуру; ультрафиолетовые лучи; заряженные частицы и электроны; H_2O_2 ; O^- ; OH^- ; O^* , O_2^* , O_3^* , O_3 ; NO_x .

Схема воздействия потока холодной плазмы на популяции бактерий, микробов и вирусов, приведены на рис. 4.

По сравнению с обычными методами дезинфекции, обеззараживания и стерилизации плазменная технология имеет следующие преимущества:

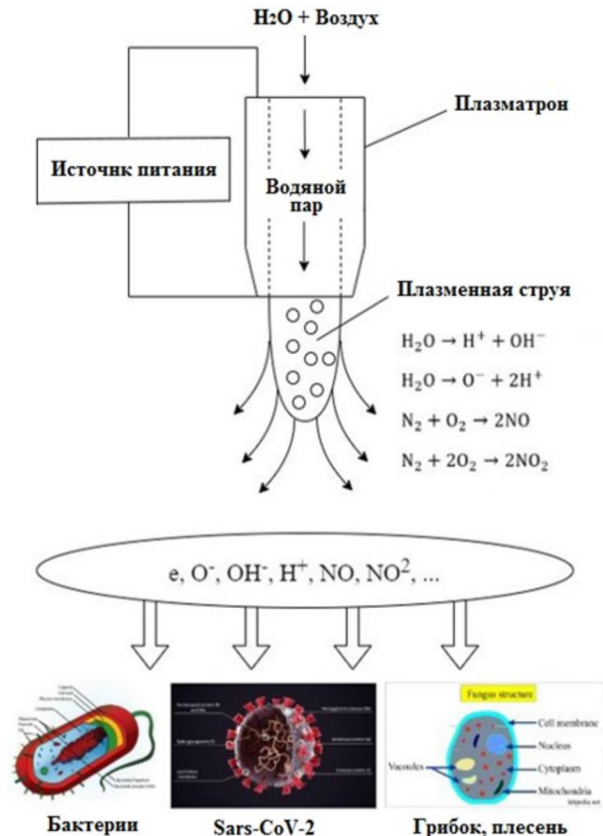


Рис.3. Схема генерации и подачи потока ионов холодной плазмы

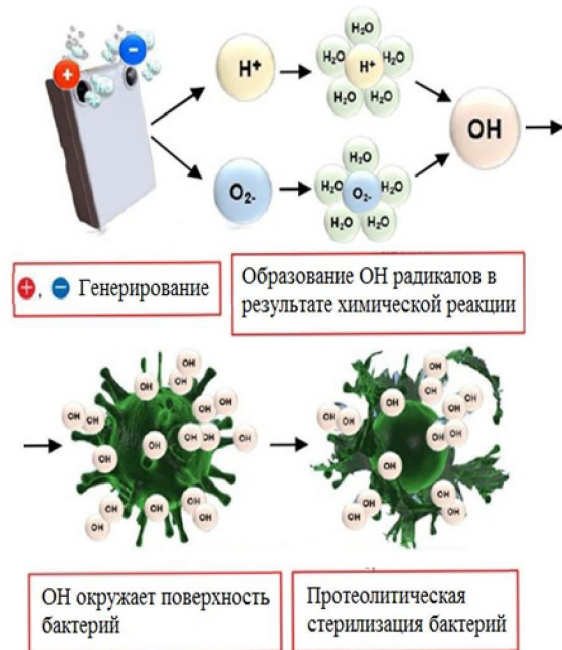


Рис. 4. Схема воздействия потока плазмы на популяции бактерий, микробов и вирусов

1. широкий спектр вирусов, бактерий и микробов, поражаемых плазмой;
2. быстрое действие в естественных условиях при атмосферном давлении, окружающей температуре и влажности;
3. не подвержена влиянию факторов окружающей среды;

4. абсолютная безопасность: обработка поверхностей и полостей без использования химических веществ, без использования токсичных веществ; пожаро- и взрыво- безопасна;

5. отсутствует вред для используемых материалов, металлических инструментов, технологической резины и пластика;

6. эффект длится долго на поверхности обрабатываемых объектов;

7. простота и универсальность использования;

8. процесс обработки осуществляется без неприятного запаха, что особенно важно в условиях работы в замкнутых пространствах;

9. способность быстро очищать разные типы поверхностей;

10. высокая энергетическая и экономическая эффективность.

Основываясь на своих теоретических и экспериментальных исследованиях, Институт технологии ВинИТ разработал опытные образцы системы дезинфекции поверхности и уничтожения вирусов, микробов, бактерий и грибов. Разработанные опытные образцы систем дезинфекции были переданы специалистам профильных медицинских учреждений для проведения экспериментов и практического использования.

Проведенные экспериментальные работы по тестированию опытных образцов показали их высокую эффективность при практическом применении.

В табл. 1, 2 приведены некоторые важные результаты экспериментов по проверке эффективности использования технологии холодной плазмы для уничтожения различных популяций вирусов, микробов, бактерий.

Мы видим, что результаты экспериментов весьма обнадеживающие. В табл. 1, 2 степень уменьшения количества бактерий и грибов достигает около 10^8 раз ($7\log_{10}$ - $7,7\log_{10}$). То есть, из сотни миллионов единиц бактерий, после обработки, в объеме остается только единицы. Обратим внимание, что время обработки составляет всего от 40с до нескольких минут.

При комнатной температуре (температура атомов и ионов в автоклаве практически равна комнатной температуре, а температура электронов больше 10000 К) и атмосферном давлении. Степень обработки достигает $7\log_{10}$ - $7,7\log_{10}$, что находится в зонах даже уже не дезинфекции (ниже $6\log_{10}$), а стерилизации (больше $6\log_{10}$).

При этом, следует отметить, что степень стерилизации может быть еще выше, так как, при проведении экспериментов использовались популяции микробов, бактерий и вирусов го-

раздо большей концентрации, чем в естественных условиях.

Таблица 1
Результаты обработки бактерий в плазменной автоклав-системе

Название бактерий	Расстояние до плазменной струи/ Время обработки/ Уменьшение количества бактерий после обработки в логарифме, \log_{10}												Требуемая норма			
	3 см				7 см				12 см							
	40 с	1 мин	1.5 мин	2 мин	3 мин	40 с	1 мин	1.5 мин	2 мин	3 мин	40 с	1 мин		1.5 мин	2 мин	3 мин
M. luteus (Микрококк лютеус)	7,63	7,63	7,63	7,63	7,63	2,63	7,63	7,63	7,63	7,63	1,93	7,63	7,63	7,63	7,63	>3
V. subtilis (Сенная палочка)	7,06	7,06	7,06	7,06	7,06	7,06	7,06	7,06	7,06	7,06	7,06	7,06	7,06	7,06	7,06	>2
P. Fluorescens (Флуоресцирующая псевдомонада)	2,4	7,7	7,7	7,7	7,7	7,7	7,7	7,7	7,7	7,7	7,7	7,7	7,7	7,7	7,7	>3
M. extorquens	7,13	7,13	7,13	7,13	7,13	7,13	7,13	7,13	7,13	7,13	7,13	7,13	7,13	7,13	7,13	>3

Таблица 2
Результаты обработки грибов в плазменной автоклав-системе

Название грибов	Расстояние до плазменной струи/ Время обработки/ Уменьшение количества грибов после обработки в значениях логарифма, \log_{10}												Требуемая норма			
	3 см				7 см				12 см							
	3 мин	5 мин	10 мин	15 мин	20 мин	3 мин	5 мин	10 мин	15 мин	20 мин	3 мин	5 мин		10 мин	15 мин	20 мин
S. albicans (Кандида альбиканс)	7,7	7,7	7,7	7,7	7,7	7,7	7,7	7,7	7,7	7,7	7,7	7,7	7,7	7,7	7,7	>3
A. niger (Аспергилл чёрный)	7,29	7,29	7,29	7,29	7,29	7,29	7,29	7,29	7,29	7,29	7,29	7,29	7,29	7,29	7,29	>3

Для сравнения, другие более дорогостоящие методы стерилизации, обычно требуют гораздо большего времени (до часа), для достижения такой же степени стерилизации, чем предлагаемый плазменный метод.

Следует отметить также универсальность

предложенного механизма уничтожения вирусов, микробов, бактерий и грибов ионными газами, осуществляемого из разных плазменных источников холодной плазмы. Ионный газ выступает как чрезвычайно эффективный и полезный инструмент дезинфекции.

Поскольку отдельные ионы обладают определенным зарядом, они легко прилипают к белкам с противоположными знаками заряда, расположенными на поверхности вирусов, микробов, бактерий и грибов, различного типа, меняя и нейтрализуя их молекулярную структуру, что приводит к их разрушению.

Приведенные на рис. 5, 6 фотографии демонстрируют результаты экспериментальных испытания плазменной технологии, а также показывают высокую эффективность обработки бактерии и грибов в плазменном автоклаве с использованием ионов из струи холодной плазмы.

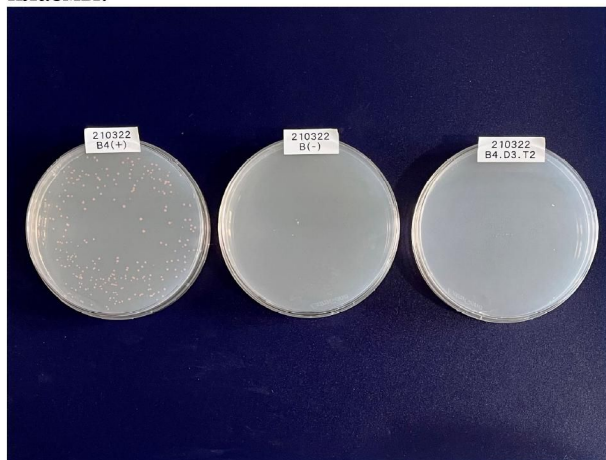


Рис. 5. Результат обработки бактерии *M. extorquens* в плазменном автоклаве: время обработки - 40 с; расстояние до плазменной струи - 12 см

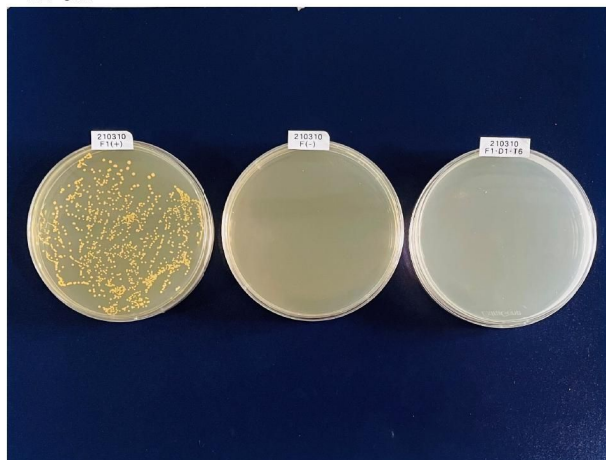


Рис. 6. Результат обработки грибка *C. albicans* (Кандида альбиканс) в плазменном автоклаве: время обработки - 5 мин.; расстояние до плазменной струи - 3 см

В левой чашке Петри (рис. 5) бактерии вы-

ращивались в комнатном условии, в правой чашке - тоже, но после обработки в плазменном автоклаве, в середине - чашка без бактериального выращивания (для тестирования и определения погрешностей эксперимента).

В левой чашке Петри (рис. 6) грибки выращивались в комнатном условии, в правой чашке - тоже, но после обработки в плазменном автоклаве, в середине - чашка без грибкового выращивания (для тестирования и определения погрешностей экспериментов).

Перспективы исследований и внедрения

Отметим, что наиболее важным достижением коллектива ВинИТ является создание систем с адаптивными свойствами настройки на различные типы вирусов и бактерий. Это позволяет применять эти системы в широком диапазоне условий вирусологической обстановки.

В настоящее время ведутся работы по созданию широкой гаммы технических манипуляционных систем для дезинфекции произвольных поверхностей и внутренних полостей с помощью технологий холодной плазмы.

Список использованных источников

1. Dimmock N.J. et al. Introduction to Modern Virology. Blackwell Publishing, 2007, 620 pp.
2. The Lancet. COVID-19: too little, too late? (англ.)// The Lancet. — Elsevier, 2020. vol. 395, iss. 10226. doi:10.1016/S0140-6736(20)30522-5.
3. Нгуен Куок Ши. Cold plasma” could answer to containing COVID-19// J. QS WOWNEWS (37), 2020, 53. <https://mpei.ru/news/Lists/PortalNews/NewsDispForm.aspx?ID=1987>.
4. Нгуен Куок Ши. Учёные из России и Вьетнама: холодная плазма обеспечит победу над коронавирусом, 03.04.2020. <https://mpei.ru/news/Lists/PortalNews/NewsDispForm.aspx?ID=1896>.
5. Нгуен Куок Ши. Доклад по проблемам противодействия COVID-19 Правительству Вьетнама. <http://vnews.gov.vn/nghien-cuu-su-dung-plasma-lanh-chong-lai-su-lay-lan-covid-19, 2021>.
6. Modified SEIR and AI prediction of the epidemics trend of COVID-19 in China under public health interventions/ Z. Yang, Z. Zeng, K. Wang, S.-S. Wong, W. Liang, M. Zanin, P. Liu, X. Cao, Z. Gao, Z. Mai, J. Liang, X. Liu, S. Li, Y. Li, F. Ye, W. Guan, Y. Yang, F. Li, S. Luo, Y. Xie, B. Liu, Z. Wang, S. Zhang, Y. Wang, N. Zhong, and J. He// Journal of Thoracic Disease, vol. 12, no. 3, 2020.
7. Efimov D., Ushirobira R. On an interval prediction of COVID-19 development based on a SEIR epidemic model. Research Report. INRIA. 2020, fhal-02517866v4f.
8. Teles P. A time-dependent SEIR model to analyse the evolution of the SARS-CoV-2 epidemic outbreak in Portugal// arXiv:2004.04735, April 21, 2020.

9. Болнокин В.Е. Исследование эффективности идентификации параметров в марковских схемах// Системы управления и информационные технологии, 1.1(39), 2010. - с. 117-122

10. Болнокин В.Е., Хо Д. Лок. Адаптивное управление на базе нечетких регуляторов и нейросе-

тевой технологии.- Воронеж: Изд-во «Научная книга», 2012, 280 с.

11. Bolnokin V.E., Nguyen Van Lu. Models and experiences of extra sensory perception. - Yelm. WA, USA: Science Book Publishing House, 2016. 420 p.

УДК 004.942

DOI: 10.36622/VSTU.2021.84.2.018

Сковпин Н.С., Паринов М.В.

МОДЕЛЬ ПЛАНИРОВАНИЯ И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ДЕКОМПРЕССИОННЫХ ПОГРУЖЕНИЙ МЕТОДОМ КОРРЕКТИРОВОК

Воронежский государственный технический университет

В работе описана разработанная модель планирования и прогнозирования декомпрессионных погружений с помощью модифицированного метода Градиент-Фактор. В работе подробно описаны подмодели входящие в комплексную математическую модель планирования погружений.

Во время подводного погружения тело человека испытывает увеличение давления, а инертный газ, вдыхаемый водолазом, поглощается тканями и жидкостью организма. Во время всплытия происходит обратный процесс дегазации, при котором увеличивается риск заболевания декомпрессионной болезнью (ДКБ). Чтобы избежать ДКБ, необходимо во время всплытия производить декомпрессионные остановки на разных глубинах. На помощь приходят существующие алгоритмы декомпрессии, которые производят расчет глубины и продолжительности декомпрессионных остановок, позволяя оценивать, планировать и моделировать профили безопасных погружений.

В течение длительного времени создавались модели прогнозирования ДКБ, которые давали различные результаты. Однако все известные нам созданные модели обладают значительными недостатками [1-3]. Проведя анализ существующих моделей и алгоритмов декомпрессии, были отмечены их основные недостатки. Во-первых, в моделях отсутствует учет физиологических особенностей организма при моделировании и планировании профилей погружений. Во-вторых, большинство алгоритмов не способно оценивать риски заболевания ДКБ. В-третьих, алгоритмы не адаптируются к различным внешним факторам (окружающая среда, физическая активность до погружения, авиаперелеты и т.д.). Последним недостатком моделей является то, что распространенные алгоритмы не учитывают преимущества различных теорий декомпрессии в одном алгоритме.

В работе [1] было предложено решение поставленных проблем, для чего были разработаны шаги нового алгоритма планирования и прогнозирования декомпрессионных погружений. Отметим основные тезисы данного алгоритма:

1. Предложенный алгоритм базируется на методе Градиент-Фактор.

2. Основной особенностью алгоритма является учет индивидуальных особенностей организма и внешних факторов.

3. Корректировка нижнего и верхнего градиент фактора осуществляется за счет расчета объема микропузырьков в теле водолаза на каждой ступени модели декомпрессии.

4. Корректировка нижнего и верхнего градиент фактора осуществляется при помощи анализа истории погружений водолазов, а также за счет сравнения объема пузырьков с критическим значением.

Данный алгоритм получил название «метод корректировок». Созданная комплексная модель планирования и прогнозирования декомпрессионных погружений на основе вышеупомянутого алгоритма имеет вид рис. 1.

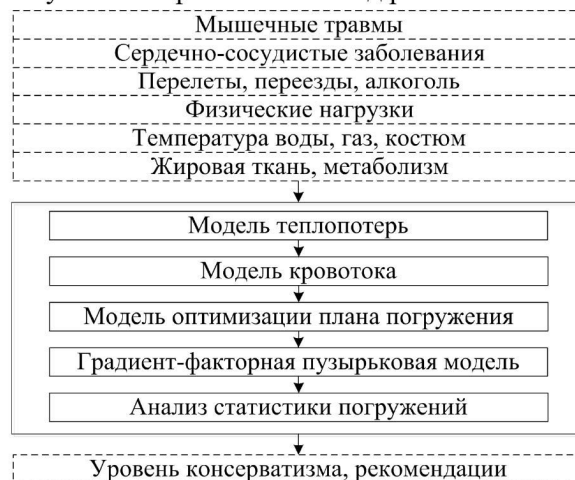


Рис.1. Блок-схема предложенной модели планирования декомпрессионных погружений