



Редакционная статья

УДК 504.054

DOI: 10.25514/CHS.2020.2.18021

Современные тенденции научных исследований в области обеспечения химической безопасности (Обзор материалов V-ой Международной конференции ASTICS-2020)

Н. Ю. Ковалева✉, Е. Г. Раевская, А. В. Роцин

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Федеральный исследовательский центр химической физики им. Н.Н. Семенова Российской академии наук, Москва, Россия, e-mail: nkova@bk.ru

Поступила в редакцию: 26.10.2020 г., после доработки: 18.11.2020 г., принята в печать: 30.11.2020 г.

Аннотация – В статье представлены анализ итогов и статистические данные по российским и зарубежным участникам V-ой Международной конференции «Актуальные научные и научно-технические проблемы обеспечения химической безопасности» (ASTICS-2020), прошедшей 6–8 октября 2020 г. в онлайн формате. Дан обзор тематики представленных докладов. Подробно рассмотрены пленарные доклады, а также доклады в рамках секций, вызвавшие наибольший интерес и дискуссии. Проанализированы основные тенденции научных исследований в области обеспечения химической безопасности в России и за рубежом, отраженные в работах участников конференции.

Ключевые слова: химическая безопасность, тенденции, научные исследования, научно-технические проблемы, итоги конференции.

Editorial

UDC 504.054

DOI: 10.25514/CHS.2020.2.18021

Modern trends in scientific research in the field of chemical safety (Follow-up of the Vth International Conference ASTICS-2020)

Natalia Yu. Kovaleva✉, Elena G. Raevskaya, and Alexander V. Roshchin

N.N. Semenov Federal Research Center for Chemical Physics, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia, e-mail: nkova@bk.ru

Received: October 26, 2020, Revised: November 18, 2020, Accepted: November 30, 2020

Abstract – The article summarizes the conference results along with statistical data on Russian and foreign participants of the Vth International Conference “Actual Scientific & Technical Issues of Chemical Safety” (ASTICS-2020), held on October 6–8, 2020 in online format. An overview of the topics of the presented reports is given. The plenary reports, as well as the reports within the sections, which aroused the greatest interest and discussion, are reviewed in detail. The main trends in scientific research in the field of ensuring chemical safety in Russia and abroad are highlighted according to the research conducted by the conference participants.

Keywords: chemical safety, trends, scientific research, scientific and technical problems, conference follow-up.

ВВЕДЕНИЕ

Технологический прогресс, достигнутый за последние 60 лет, был огромным, и ожидается, что темпы технологического развития будут продолжать расти. В связи с этим значительно усиливается негативное влияние опасных химических факторов, сопровождающих реализацию новых технологических процессов, на состояние окружающей среды и здоровье человека. И все более важной становится проблема обеспечения химической безопасности в России и во всем мире [1–4].

В России вопросы обеспечения химической безопасности входят в состав приоритетных и решаются на государственном уровне.

В 2020 году завершается выполнение мероприятий федеральной целевой программы «Национальная система химической и биологической безопасности Российской Федерации» [5] (далее Программа). Программа выполнялась в 2 этапа. Основные мероприятия проведены в период 2009 – 2014 годы, далее 2015 – 2020 годы. Заказчиком-координатором практически всех мероприятий по проблеме обеспечения химической безопасности является Министерство промышленности и торговли Российской Федерации.

Российская академия наук и Институт химической физики им. Н.Н. Семенова стояли у истоков разработки Концепции Программы, принимали активное участие в формировании Программы. Сложилась полезная традиция обсуждать результаты реализации мероприятий Программы, а также результаты научных исследований в данной области на конференциях, посвященных проблемам обеспечения химической безопасности. В этом году состоялась пятая по счету такая конференция – V Международная конференция «Актуальные научные и научно-технические проблемы обеспечения химической безопасности» (ASTICS-2020).

Конференцию планировалось провести в столице республики Татарстан городе Казани, одном из крупнейших промышленных, научных и культурных центров России. Однако в связи со сложившейся эпидемиологической обстановкой Оргкомитетом было принято решение о проведении конференции в онлайн-формате, что и было выполнено 6–8 октября 2020 года.

Тематика вопросов, обсуждаемых на наших конференциях, с каждым годом становится все более востребованной и актуальной, поскольку проблемы, связанные с технологическим развитием и увеличивающейся нагрузкой на окружающую среду требуют своих научных решений. Рассматриваются практически все научные и научно-технические проблемы в области создания национальной системы химической безопасности, предлагается решение отдельных концептуальных вопросов, а также вопросов прикладного научно-технологического характера. В работе конференции принимает участие все больше исследователей из других стран, представляющих результаты своих работ по обеспечению химической безопасности.

В данной статье представлен обзор итогов V Международной конференции «Актуальные научные и научно-технические проблемы обеспечения химической безопасности» (ASTICS-2020) и проведен анализ тенденций научных исследований в области обеспечения химической безопасности по материалам конференции.

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Для участия в конференции зарегистрировались более 200 человек из 9 стран (Россия, Белоруссия, Латвия, Азербайджан, Киргизия, Казахстан, Украина, Таджикистан, Узбекистан), 35 городов и 86 научных и образовательных организаций, среди которых 33 университета. Всего было подготовлено для публикации 180 тезисов докладов очных и заочных участников.

Для участия в онлайн-формате было представлено в общей сложности 57 докладов из Киргизии, Латвии, Молдовы и России. Из них – 9 пленарных, 28 устных и 20 стендовых докладов. Все доклады были размещены на сайте конференции в формате MP4. Для каждого доклада была предоставлена возможность его обсуждения в формате чата.

По статистическим данным, всего с 6 по 11 октября 2020 г. сайт конференции посетили 363 человека (рис. 1) из различных регионов России (рис. 2) и зарубежных стран (рис. 3).

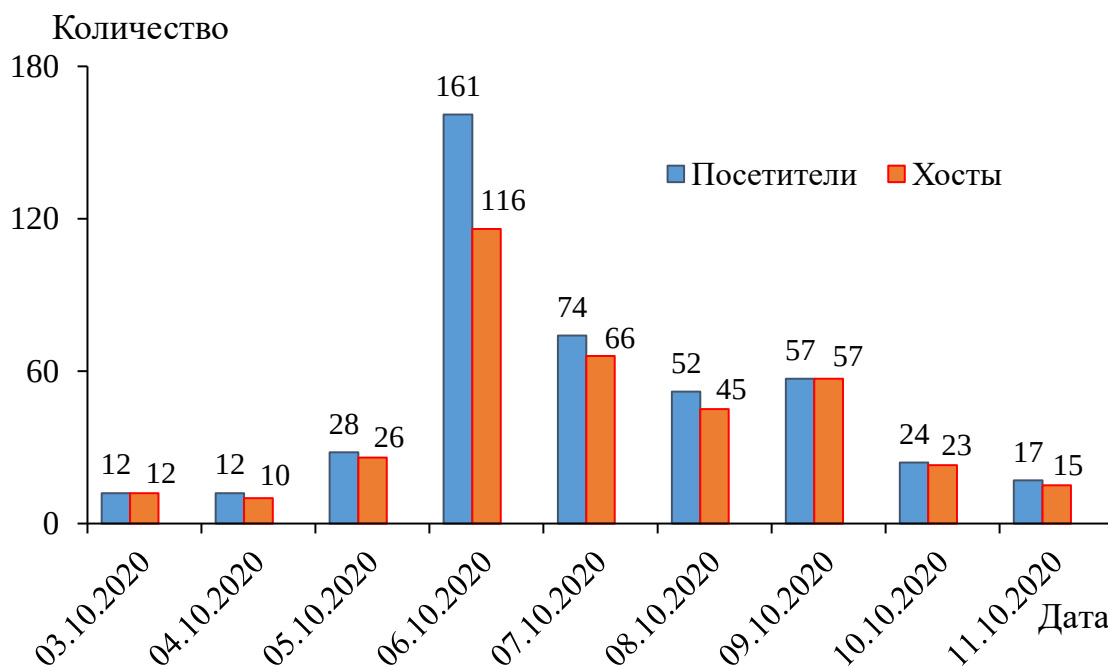


Рис. 1. Посещаемость сайта конференции ASTICS-2020 с 03.10. по 11.10.2020 г.

Fig. 1. Traffic of the ASTICS-2020 conference website from October 3, 2020 until October 11, 2020.



Рис. 2. География российских посетителей сайта конференции во время работы конференции с 6 по 9 октября.

Fig. 2. Geography of Russian visitors of the conference site during the conference from October 6, 2020 until October 9, 2020.

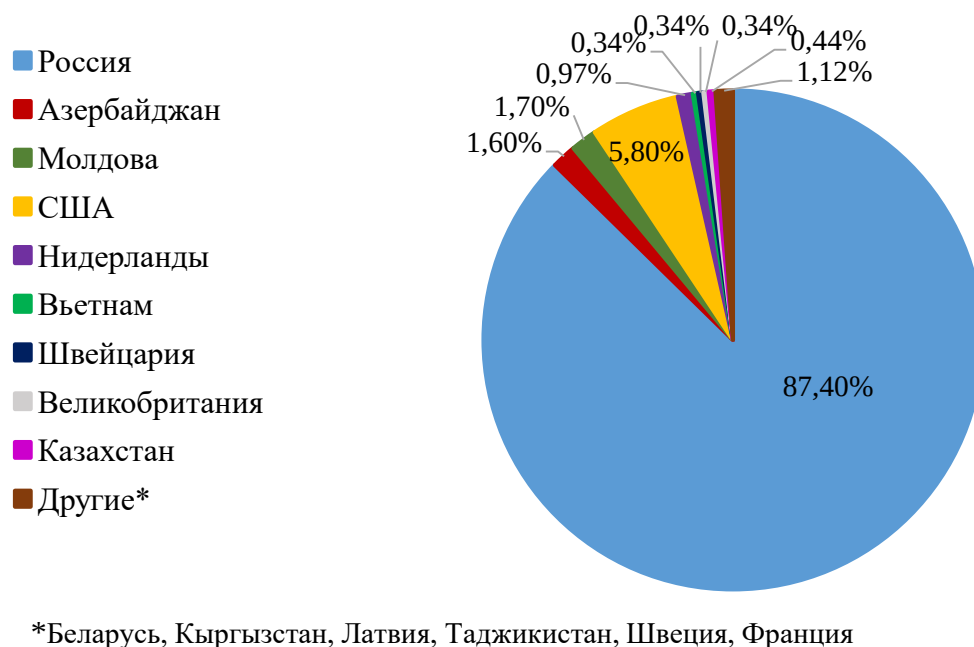


Рис. 3. География зарубежных посетителей сайта конференции во время работы конференции с 6 по 9 октября.

Fig. 3. Geography of foreign visitors of the conference site during the conference from October 6, 2020 until October 9, 2020.

НАУЧНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ И ОБЗОР ДОКЛАДОВ

Представленные на конференции доклады вошли в состав следующих научных секций:

- I. Источники химической опасности. Токсичные химикаты, в том числе стойкие органические загрязнители, пестициды, ядовитые и аварийно-опасные химические вещества.
- II. Методы и средства индикации и идентификации опасных химических веществ и смесей в объектах внешней среды. Мониторинг состояния почвы, воздуха, воды.
- III. Опасные химические объекты. Технологии ликвидации источников химической опасности. Оценка и моделирование риска химической опасности. Предупреждение аварий.
- IV. Технологии, методы и средства создания материалов для технической защиты, профилактики и ликвидации последствий химического заражения. Влияние источников химической опасности на здоровье человека. Зеленые технологии.
- V. Управление отходами. Утилизация и биodeградация различного типа отходов.
- VI. Общие вопросы обеспечения химической безопасности.

ПЛЕНАРНЫЕ ДОКЛАДЫ

В пленарных докладах нашли отражение наиболее актуальные проблемы обеспечения химической безопасности.

1. Открывал конференцию доклад профессора **А.В. Рощина (ФИЦ ХФ РАН, Москва, Россия)** «**Перспективные технологии обеспечения химической безопасности (по материалам ФЦП «Национальная система химической и биологической безопасности Российской Федерации»**». Отмечена хорошая традиция проводить обсуждение результатов выполнения мероприятий Программы на вышеуказанных конференциях.

В докладе систематизированы данные по наиболее значимым технологическим разработкам. Выделены три группы технологий по их направленности на решение основных задач Программы:

- технологии в области создания систем анализа состояния окружающей среды;
- технологии в области создания новых средств защиты человека и природы от опасных химических веществ;
- технологии уничтожения и переработки отходов и рекультивации высвобождаемых территорий.

При описании технологий были показаны их научная новизна, практическая значимость и уровень реализации.

Таким образом, одним из важнейших итогов выполнения более 50 мероприятий Программы является разработка новых технических и технологических решений в различных областях взаимодействия человека и окружающей среды с опасными химическими факторами. Многие из этих решений доведены до уровня опытных установок и готовы к реализации [6].

2. Пленарный доклад профессора **Николаса Сяксте** (*Nikolajs Sjakste, University of Latvia, Latvian Institute of Organic Synthesis, Riga, Latvia*) **«DNA-protecting and DNA-binding effects of natural and synthetic compounds»** (ДНК-защитные и ДНК-связывающие эффекты природных и синтетических соединений) был посвящен глобальной современной проблеме, вызванной необходимостью защиты ДНК от повреждений. Эта проблема в свою очередь стимулировала большой интерес к природным соединениям с антиоксидантными и антимутагенными свойствами, а также к постоянному употреблению витаминов-антиоксидантов, флавоноид-содержащих препаратов и других антиоксидантов в качестве пищевых добавок.

В докладе представлен обзор литературы по связыванию и повреждению ДНК природными соединениями, которые считаются антиоксидантными и антимутагенными. Также приведены данные о некоторых широко используемых лекарственных препаратах. Обсуждаются возможные механизмы взаимодействия ДНК с этими соединениями.

На примере кверцетина, который является природным биохимическим веществом группы флавоноидов, показано, что он может обладать как ДНК-защитными, так и генотоксичными свойствами, причем не установлена связь наличия этих свойств от дозы. По-видимому, противоречивые данные, приведенные в исследованиях, связаны с горметическим действием флавоноидов, а это означает, что они могут иметь как положительные, так и разрушительные эффекты. Зависимость повреждения ДНК или защиты ДНК от концентрации исследуемых соединений обнаружена для некоторых полифенолов: даидзеина, генистеина и ресвератрола, которые защищали ДНК в низких концентрациях и повреждали ДНК в более высоких концентрациях. Рассмотрены также другие группы флавоноидов (мирицетин, лютеолин, кемпферол, апигенин и др.), витаминов (витамин В₆, витамин К) и лекарств (теофиллин, диклофенак, ибупрофен, аспирин, метформин, аторвастатин и др.)

Злоупотребление фитохимическими (природными) веществами может быть опасным. В высоких дозах эти соединения обладают прооксидантным и генотоксическим действием. То же самое относится и к синтетическими лекарственными препаратами.

Таким образом, делается вывод, что злоупотребление опасно, а низкие дозы полезны [7].

3. Профессор **В.С. Румак** (*Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН, Москва, Россия*) представил доклад **«Диоксины и здоровье населения: компетенции для обеспечения экологической безопасности»**.

Намеченные в России преобразования в области обращения с отходами производства и потребления, определяют актуальность темы доклада. Эксплуатация таких предприятий, будь то свалки, полигоны или заводы, все еще связана с выбросами диоксинов.

Диоксины характеризует активная биоаккумуляция и выраженная персистентность. Период полураспада в почвах составляет 20 и более лет, в воде и донных отложениях — несколько десятилетий, токсичность для

окружающей среды некоторых из них находится практически на уровне боевых отравляющих веществ. Поэтому появление новых источников диоксинов требует детального учета и контроля ожидаемых экологических рисков на многие десятилетия вперед [8].

Более подробно с материалами доклада можно ознакомиться в опубликованной в этом же номере журнала статье В.С. Румак, Н.В. Умнова «Биомониторинг состояния загрязненной диоксинами среды в окрестностях свалки: к минимизации риска для здоровья населения» [9].

4. Большое глубокое исследование было представлено в докладе профессора **Тинатин Доолоткелдиевой** (*Tinatin Doolotkeldieva, Kyrgyz-Turkish Manas University, Bishkek, Kyrgyzstan*) **«Microbial Degradation of Obsolete Pesticides in Burial Soils of Southern Kyrgyzstan»** («Микробная деградация устаревших пестицидов в почвах полигонов Южного Кыргызстана»). Известно, что пестициды являются токсичными веществами. Бесконтрольное использование пестицидов в сельском хозяйстве привело к загрязнению окружающей среды, причем большая часть пестицидов остается в почве. Доклад посвящён поиску экологически чистых и благоприятных для человека методов восстановления загрязненных пестицидами почв. Предложен метод очистки загрязненных почв, альтернативный таким традиционным методам, как сжигание, закапывание и т.д. Метод заключается в восстановлении почв путем биоремедиации, что дает возможность применения штаммов микроорганизмов - деструкторов пестицидных углеводородов, а также интенсификаторов местной почвенной микрофлоры. Авторам удалось найти и использовать реальные микроорганизмы-деструкторы с генами цитохрома P450 для разложения пестицидов [10].

5. В докладе доктора химических наук **А.И. Кокорина** (*ФИЦ ХФ РАН, Москва, Россия*) **«Destruction of Toxic Organics and Chloroorganics on TiO₂-Based Photocatalysts»** («Деструкция токсичных органических и хлорорганических соединений на фотокатализаторах на основе TiO₂») обсуждаются фотокатализаторы на основе диоксида титана, которые могут быть использованы в качестве эффективных катализаторов разложения токсичных химических веществ, включая хлорорганические соединения. Показано, что легирование ионами переходных металлов увеличивает фоточувствительность системы в области видимого света и увеличивает ее эффективность при низком содержании металлов, но снижает ее при высоких концентрациях [11].

6. Очень интересная работа, выполненная на высоком уровне с использованием современного оборудования, была представлена в докладе доктора биологических наук **Т.В. Нурисламовой** (*ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения», г. Пермь, Россия*) **«Определение токсичных соединений и элементов в биологических средах человека для доказательной базы источников химической опасности»**. Доклад посвящен такой актуальной проблеме в области обеспечения химической безопасности, как мониторинг состояния

здоровья населения, проживающего на территориях, подверженных химическому воздействию.

Для методического обеспечения контроля уровня техногенной контаминации биосред разработана система высокочувствительных и селективных методик определения химических соединений в биологических средах (более 80 маркеров экспозиции).

Разработаны новые подходы и методические принципы к химико-аналитическому определению ряда классов органических соединений: кислородсодержащие органические соединения, ароматические и предельные углеводороды, азотсодержащие соединения, хлорорганические соединения. Эти органические соединения определялись методами газовой и жидкостной хроматографии, а также хромато-масс-спектрометрии.

Для определения в биологических средах металлов (марганец, свинец, никель, хром, цинк, медь, железо, кадмий, ртуть, магний, ванадий) применяли метод масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой (ICP – MS атомно-абсорбционного анализа).

Фенол и фурфурол определяются методами спектрофотометрии, фтор-ион – потенциометрии.

В докладе также были приведены общие принципы пробоподготовки для различных методов определения соединений и элементов.

Важным этапом формирования доказательной базы причинения вреда здоровью является обоснование маркеров экспозиции и эффектов.

Для этого были выполнены исследования по установлению причинно-следственных зависимостей между факторами неблагоприятного воздействия среды и концентрацией токсикантов в биосредах человека [12].

7. Кандидат химических наук **И.И. Зиньковская** (*Объединенный Институт ядерных исследований, Дубна, Россия*) представила доклад «**Neutron Activation Analysis as a Tool for Tracing Heavy Metal Content in Different Type of Samples**» («Нейтронно-активационный анализ как инструмент отслеживания содержания тяжелых металлов в различных типах проб»). В докладе подробно описаны принципы действия и возможности нейтронно-активационного анализа (НАА). Приведены преимущества и недостатки метода.

НАА имеет следующие преимущества:

- высокая чувствительность к большинству элементов;
- хорошая избирательность;
- возможность одновременного определения большого количества элементов;
- независимость результатов от вида химических соединений;
- Неразрушающий характер, что позволяет избежать риска загрязнения образцов реагентами или их неполного растворения;
- простая процедура подготовки проб к анализу.

Недостатки НАА:

- необходимость использования ядерных реакторов;
- проблемы, возникающие при хранении и удалении ядерных отходов;

- время, необходимое для анализа.

Предлагаемые области применения НАА очень разнообразны. Показаны возможности метода:

- При исследовании степени загрязнения воздуха с использованием в качестве биомониторов мхов. Мхи практически не имеют корневой системы, поэтому они накапливают исследуемые элементы из воздуха.
- При анализе лекарственных растений. В зависимости от места сбора эти растения могут содержать высокие концентрации тяжелых металлов, поэтому необходим контроль элементного состава лекарственных растений.
- При контроле качества и безопасности пищевых продуктов. Метод позволяет определять следовые количества элементов в продуктах и оценить риски их употребления, поскольку, например, металлы могут накапливаться в организме. А также установить связь между содержанием этих элементов в почве и растениях.
- В нанотоксикологии. Метод дает возможность работать с пробами очень маленького размера и не требует растворения образцов. Получены значения концентрации наночастиц серебра в легких, печени, почках и мозге мышей и их потомства.
- При исследовании объектов культурного наследия (артефакты, археологические находки, иконы и др.). Метод позволяет получить обширную информацию о составе объекта, его происхождении, подлинности и т.д. [13].

8. Большой интерес и дискуссию вызвал доклад доктора химических наук

Н.Э. Полякова (ФГБУН Институт химической кинетики и горения им. В.В. Воеводского СО РАН) «**Nanopesticides - a new generation of plant protection products with increased safety and effectiveness**» («Нанопестициды - новое поколение средств защиты растений с повышенной безопасностью и эффективностью»). В докладе предлагается использование технологий, применяемых в современной медицине, а именно методов супрамолекулярной химии для создания наноразмерных систем доставки лекарств. Данный подход позволяет улучшить растворимость пестицидов в воде, что является важным требованием для диспергирования пестицидов. Кроме того, «наноинкапсулирование» снижает общее количество используемого пестицида, снижая негативное воздействие на окружающую среду.

В работе исследовались супрамолекулярные комплексы различных средств защиты растений, но биологические испытания проводились преимущественно с тебуконазолом.

Преимущества нанопестицидов:

- Повышенная биодоступность за счет увеличения растворимости и мембранной проницаемости.
- Уменьшение эффективной дозы и тем самым уменьшение вредной нагрузки на почву.
- Повышение стабильности активных ингредиентов в полевых условиях, включая фотостабильность.

- Контролируемая скорость высвобождения активных веществ из «наноконтейнера».
- Снижение стоимости и повышение качества сельхозпродукции.

Полученные результаты подтверждены различными методами:

- Полное разрушение кристаллической структуры исходных веществ контролируется рентгеноструктурным анализом.
- Образование «комплексов включения» в виде твердой дисперсии микронного размера контролируется методом электронной микроскопии.
- Частицы нано-размера образуются при растворении твердой дисперсии в воде, что контролируется гель-проникающей хроматографией.
- Метод ЯМР - мощный аналитический инструмент, позволяющий с высокой достоверностью определять содержание активных компонентов в растительных экстрактах, а также содержание активных компонентов, оставшихся на поверхности зерна [14].

9. Доклад доктора химических наук **Л.Я. Захаровой (ИОФХ им. А.Е. Арбузова – обособленное структурное подразделение ФИЦ КазНЦ РАН, г. Казань, Россия)** **«Soft nanocontainers for decomposition of organophosphorous toxins and treatment for pesticides poisoning»** («Супрамолекулярные наноконтейнеры для разложения токсичных фосфорорганических соединений и терапии отравлений пестицидами») посвящен разработке супрамолекулярных систем на основе амфифильных веществ.

В работе основное внимание уделено катионным ПАВ. Возможность применения амфифильных веществ в современных технологических разработках связано с соблюдением критериев зеленой химии. Приводятся структурные формулы использованных амфифильных соединений – моно-, ди-катионных и геминальных. Для соблюдения принципов биосовместимости и биоразлагаемости эти соединения должны содержать природные фрагменты, а также разлагаемые фрагменты.

Важной особенностью амфифильных соединений является способность к самоорганизации. При достижении определенных концентраций образуются морфологические структуры: прямые и обратные мицеллы, микроэмульсии, везикулы, жидкие кристаллы.

Мицеллярные нанореакторы могут использоваться для каталитического разложения фосфорорганических токсинов. Токсичность фосфорорганических соединений (ФОС) связана с их ингибирующим действием на ацетилхолинэстеразу, гидролитический фермент из семейства эстераз. Необратимая блокада этого фермента приводит к чрезмерной стимуляции мышц и к смерти от судорог дыхательной мускулатуры.

Было показано, что эффективность мицеллярного катализа зависит от длины алкильного радикала, т.е. от гидрофобности ПАВ и субстрата. Чем выше гидрофобность, тем выше эффективность катализа. Природа и структура головной группы ПАВ также влияет на эффективность мицеллярного катализа.

Были разработаны липосомальные наноконтейнеры для реактивации ацетилхолинэстеразы головного мозга при отравлении фосфорорганическими токсинами.

При использовании супрамолекулярного подхода показана возможность создания сенсоров для обнаружения ФОС.

Супрамолекулярные наноконтейнеры имеют практическое значение как наноносители лекарств с лучшей биодоступностью, меньшими побочными эффектами, улучшенными биоразлагаемостью и временем циркуляции. Благоприятным свойством инкапсулированных препаратов является их проникновение через биологические барьеры, в том числе гематоэнцефалический барьер [15].

УСТНЫЕ ДОКЛАДЫ В РАМКАХ СЕКЦИЙ

Из докладов, представленных в секции I, стоит отметить вызвавшие наибольший интерес следующие доклады:

- **«Новый подход для разработки физико-химического скрининга и оценки экологического риска химических веществ в низких концентрациях»**, докладчик д.х.н. **И.С. Рыжкина** (*ИОФХ им. А.Е. Арбузова – обособленное структурное подразделение ФИЦ КазНЦ РАН, г. Казань, Россия*). Представлен новый физико-химический подход, в котором дано обоснование значимых немонотонных изменений биоэффектов, возникающих под действием водных систем с низкими расчетными концентрациями биологически активных веществ, и возможность прогнозирования биоэффектов в этом интервале концентраций, базирующийся на изучении самоорганизации, физико-химических и спектральных свойств разбавленных растворов. Размер частиц (эффективный гидродинамический диаметр кинетически подвижных частиц на максимуме кривой распределения) определяли на анализаторе Zetasizer Nano ZSP (Malvern Instruments, Великобритания) методом динамического светорассеяния [16].
- **«Пестициды – высоко-токсичные химические загрязнители окружающей среды»**, докладчик д.б.н. **Е.А. Саратовских** (*ИПХФ РАН, г. Черноголовка, Россия*). В докладе поднимаются вопросы о воздействии пестицидов на окружающую среду и здоровье человека. Сделаны выводы о том, что:
 - Пестициды в организме связываются в прочные металлокомплексы с важнейшими компонентами клетки: металлами, АТФ, нуклеотидами, ферментами, ДНК и РНК. При этом увеличивается токсичность.
 - Пестициды не разлагаются в почве, а связываются в комплексы с гумусовыми структурами и уничтожают почвенные микроорганизмы. При этом катастрофически снижается плодородие почв.
 - Пестициды являются причиной очень многих болезней, в том числе раковых и других редких патологий. [17]

В секции II можно выделить следующие доклады:

- **«Аспекты определения биомаркеров экспозиции промышленных экотоксикантов в условиях химической безопасности»** докладчик к.б.н. **О.М. Журба** (*ФГБНУ «Восточно-Сибирский институт медико-экологических исследований», г. Ангарск, Россия*). Целью исследования являлась разработка методов определения винилхлорида (ВХ) и дихлорэтана и их метаболитов в биосредах человека и оценка их содержания в организме работников производства ВХ и ПВХ.

Исследования биосред проводились на газовом хроматографе Agilent 7890A с селективным детектором Agilent 5975C.

Всего обследовано 477 работников производства ВХ и ПВХ на содержание в крови и моче токсикантов и их метаболитов.

Влияние матрицы крови минимизировалась градуировкой по пробам крови, содержащим разные концентрации аналитов, таким образом, полнота извлечения учитывалась при градуировке [18].

- **«Simultaneous Colorimetric determination of mercury and cadmium ions using MSA-capped gold nanoparticles»** (Одновременное колориметрическое определение ионов ртути и кадмия с использованием наночастиц золота, покрытых меркаптоянтарной кислотой) докладчик к.х.н. **А.Н. Берлина** (*Институт биохимии им. А.Н. Баха, Федеральный исследовательский центр «Фундаментальные основы биотехнологии» РАН, Москва, Россия*). В докладе предлагается альтернативный метод определения ионов Hg и Cd. Метод основан на взаимодействии диспергированных золотых наночастиц, преварительно конъюгированных с меркаптоянтарной кислотой через SH-группы (красноватый цвет), с ионами ртути с образованием хелатов. В связи с образованием хелатов наночастицы сближаются, агрегируются и выпадают в осадок, суспензия приобретает (голубовато-фиолетовый цвет). Изменение цвета происходит достаточно плавно и является дозозависимым, что дало возможность получения калибровочных графиков для определения концентрации этих металлов. Метод является селективным именно для ионов Hg и Cd. Только эти ионы влияют на стабильность получаемых коллоидных растворов. Предлагаемый метод является относительно недорогим, простым, селективным и быстрым: время анализа составляет 1 мин.

Таким образом, разработанная методика перспективна для обнаружения ионов ртути и кадмия в различных водных источниках с целью подтверждения их безопасности [19].

В секции III стоит отметить следующие доклады:

- **«Hybrid Photocatalyst Nano-TiO₂/Diatomite for AOPS in Removal of Toxic Organic Pollutants»** докладчик к.х.н. **Т.Я. Дацко** (*Tatiana Datsko, PhD, Institute of Applied Physics, Republic of Moldova*). Для стабилизации и повышения каталитической эффективности фотокатализаторов на основе TiO₂ предлагается модификация путем его нанесения на поверхность диатомита. Показано, что комбинация диатомита и наноразмерного диоксида титана дает фотокатализатор с высокой удельной поверхностью

и фотокаталитической активностью. На примере фенола продемонстрирована эффективность предлагаемого катализатора при УФ-облучении [20]. Более подробно с материалами доклада можно ознакомиться в опубликованной в этом же номере журнала статье Т. Я. Дацко, В. И. Зеленцов «Гибридный фотокатализатор нано- TiO_2 /диатомит для удаления токсичных органических загрязнителей из воды с помощью эффективных окислительных процессов (AOPS)» [21].

- **«Динамическая модель фитоценоза, учитывающая взаимодействие биомассы и ресурсов»** докладчик д.х.н. **М.В. Зильберман** (ФГБУ УралНИИ «Экология», г. Пермь, Россия). Наиболее мощным признаком того, что состояние экологической системы удовлетворительно, является устойчивость этой системы к внешним воздействиям. Выявление границы между областью упругой устойчивости и областью деградации представляет собой сложную задачу, на решение которой и была направлена настоящая работа. Предложена динамическая модель фитоценоза, учитывающая взаимодействие биомассы и ресурсов, которая позволяет разделить все возможные состояния фитоценоза на область устойчивого состояния и область необратимой деградации. Сравнение результатов модельных расчетов с данными по продуктивности фитоценозов показывают, что параметры модели мало зависят от видового состава фитоценозов. Предложен подход к совместному использованию результатов модельных расчетов и данных дистанционного зондирования Земли [22].

В секции IV обратили на себя внимание следующие доклады:

- **«Зеленые технологии в получении пролонгированных лекарственных форм в среде сверхкритического CO_2 »** докладчик к.х.н. **А.В. Черкасова** (молодой ученый, ФИЦ ХФ РАН, Москва, Россия). Для создания эффективных лекарственных препаратов, обладающих минимальным побочным действием, существуют лекарственные формы матричного типа, представляющие собой полимерную матрицу, в которой распределено биологически активное вещество (БАВ). Авторами представленной работы изучались возможности использования сверхкритического диоксида углерода (ск CO_2) в качестве среды для введения в полимерные матрицы БАВ. Это дает ряд преимуществ: нетоксичность (отсутствие примесей токсичных органических растворителей в получаемых матричных композициях) и экологическая чистота, возможность полного удаления CO_2 из матрицы в конце процесса, отсутствие сольватации вводимого соединения молекулами CO_2 . При использовании в качестве среды ск CO_2 изучен процесс введения в биоразлагаемые полисахариды на основе хитозана (полимерная матрица) замещенных арилимидазолов (АИ), обладающих противоопухолевыми и нейропротекторными свойствами. Установлены кинетические закономерности процесса диффузии АИ из полученных композиций в модельную водную среду с рН $\sim 1,6$, имитирующую

кислотность желудочного сока. Впервые показано, что предварительная солюбилизация БАВ может использоваться как дополнительный эффективный способ пролонгирования действия матричных лекарственных форм и, способствуя их дезагрегации, по-видимому, может увеличивать биологическую активность.

С учетом использования биоразлагаемых полимеров процессы, проводимые в среде sc CO_2 , очевидно, являются частью зеленой химии [23].

- **«Влияние природы и содержания нанодобавок на эксплуатационные характеристики полиуретанов»** докладчик д.т.н. **Т.В. Бурдикова** (ФГБОУ ВО КНИТУ, г. Казань, Россия). Доклад посвящен оценке влияния природы и концентрации наноразмерных добавок на физико-механические характеристики композиционных материалов на основе полиуретана, применяемых в качестве защитных покрытий. Результаты показали, что введение высокодисперсных оксидов металлов и нанодиазмов в полиуретаны приводит к улучшенным эксплуатационным характеристикам таких композиционных материалов [24].

В секции V все представленные доклады, посвященные различным методами утилизации и биодеградациии отходов, вызвали интерес. Из них стоит отметить следующие доклады:

- **«Lignocellulose biomass conversion into fuels and chemicals»** (Переработка лигноцеллюлозной биомассы в топлива и химикаты) докладчик д.х.н. **В.Г. Матвеева** (Тверской государственный технический университет, г. Тверь, Россия). Лигнин, целлюлоза и гемицеллюлоза являются основными компонентами биомассы (более 80%) и таким образом являются возобновляемым ресурсом для получения ценных химикатов. В докладе представлены результаты исследований превращения целлюлозы и гемицеллюлоз в среде сверхкритической воды с использованием гетерогенных катализаторов. Разработаны Ru-содержащие катализаторы, нанесенные на сверхсшитый полистирол, магнетит, цеолиты, а также Pd-Cu катализаторы, нанесенные на сверхсшитый полистирол [25].
- **«Сверхкритический подход к получению жидких топлив из биомассы»** докладчик к.х.н. **А.А. Степачёва** (молодой ученый, Тверской государственный технический университет, г. Тверь, Россия). В докладе описаны превращения (деоксигенирование) модельных соединений биомассы стеариновой кислоты (компонент пиролизной жидкости), гваякол и анизол (компоненты бионефти). В качестве сверхкритических растворителей использовался гексан и смесь гексан-пропанол-2. Процесс проводили в присутствии катализаторов на полимерной основе, синтезированных путем гидротермального осаждения соединений переходных металлов (NiOOH , Co(OH)_2 , PdO , RuO_2) в полимерной матрице сверхсшитого полистирола. Основные продукты каталитического деоксигенирования стеариновой кислоты –

углеводороды C_{17-18} , анизола и гваякола – бензол, толуол, циклогексан и метилциклогексан. Таким образом, в процессе деоксигенирования биомассы разработанные авторами катализаторы обеспечивают образование углеводородов бензинового и дизельного ряда [26].

- **«Утилизация промышленных отходов и сточных вод с использованием сверхкритических флюидных сред» докладчик А.У. Аетов** (молодой ученый, *ФГБОУ ВО КНИТУ, г. Казань, Россия*). В докладе предлагается альтернативный традиционным методам утилизации (сжигание и захоронение) – метод сверхкритического водного окисления. Преимуществами метода являются экологичность, универсальность, экономичность, оперативность. К недостаткам можно отнести высокие уровни температуры и давления. Для утилизации сточных вод и жидких промышленных отходов создана установка проточного типа объемом 4000 л. Основные отличия от существующих аналогов – это использование дешевого окислителя – воздуха и проточный тип установки. Кроме того, существует возможность выделения ценных компонентов из сточных вод [27].
- **«Двухступенчатая анаэробная очистка высококонцентрированных сточных вод кондитерского производства с получением водорода и метана содержащего биогаза» докладчик к.т.н. И.В. Катраева (ВВЭХ ННГАСУ, Нижний Новгород, Россия)**. Предлагается перспективный метод очистки высококонцентрированных сточных вод кондитерского производства с использованием термофильного анаэробного активного ила, безопасного для окружающей среды. Преимущества анаэробного способа очистки сточных вод:
 - удаляет более 90% загрязнений;
 - компактные размеры реакторов;
 - образование биогаза и биоводорода;
 - для переработки 1 кг загрязнений нужна энергия 0,5 кВтч. (5 кВтч в случае аэробной очистки).

В результате анаэробной переработки сточной воды кондитерской фабрики в течение 24 сут в мезофильных условиях в реакторе с кипящим слоем загрузки получили 2,6 л биогаза, а в реакторе с неподвижной загрузкой (затопленный биофильтр) – 1,9 л биогаза из 5,2 л сточной воды. Химическое потребление кислорода в сточной воде было наибольшим для первого реактора и составило 61–70%, тогда как во втором реакторе – 59–61%. Изучена динамика образования биогаза.

К недостаткам метода можно отнести длительное время процесса [28].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, анализ представленных на конференции докладов показывает, что тематика наибольшего количества докладов связана с двумя проблемами:

1. Угроза использования и способы утилизации пестицидов.

Общеизвестно, что пестициды являются токсичными веществами и применение пестицидов представляет серьезную угрозу для людей, животных и окружающей среды. Однако вопрос запрета использования пестицидов до сих пор остается открытым, несмотря на то, что большинство исследователей считают, что вред от использования пестицидов во много раз превышает эффект уменьшения потерь урожая, вызванных вредителями, при применении пестицидов. И неслучайно автору доклада «Нанопестициды - новое поколение средств защиты растений с повышенной безопасностью и эффективностью» Н.Э. Полякову был задан вопрос: «Не приведет ли повышение способности проникновения через меристематические ткани и клеточные мембраны растений, техногенных загрязняющих веществ, какими являются пестициды, к повышению их токсического действия?». Ответ автора был: «Повышение токсического действия пестицида, происходит только в отношении вредителей и патогенных грибов. За счет этого удастся значительно снизить дозу пестицида, а значит уменьшить его содержание в почве и грунтовых водах. Наноинкапсулирование позволяет повысить биодоступность действующего вещества, но, попав внутрь клетки растения или патогена, комплекс диссоциирует и действующее вещество высвобождается из оболочки».

2. Утилизация и биodeградация промышленных и бытовых отходов.

В настоящее время современные методы утилизации отходов – сжигание и захоронение, не только не эффективны, но и наносят вред окружающей среде. При сжигании образуются высокотоксичные газы, а при захоронении, кроме увеличения площади земель, занятых под полигоны, происходит загрязнение почвы и грунтовых вод. Таким образом, поиск новых методов утилизации промышленных и бытовых отходов с минимальным воздействием на окружающую среду, является одной из важнейших научно-технических задач.

В августе 2019 года Правительством РФ был утвержден План мероприятий по реализации Основ государственной политики Российской Федерации в области обеспечения химической и биологической безопасности на период до 2025 года и дальнейшую перспективу. Планом в 2020 году предусмотрена разработка и утверждение **Государственной программы «Обеспечение химической и биологической безопасности Российской Федерации»**.

Основной задачей Государственной программы является **стабилизация состояния химической и биологической безопасности**, обеспечение допустимого уровня химического и биологического риска. Структурные элементы госпрограммы будут сгруппированы по приоритетным направлениям государственной политики в этой области и распределены по одноименным подпрограммам:

- мониторинг химических и биологических рисков;
- развитие государственного управления и ресурсное обеспечение национальной системы химической и биологической безопасности;

- нейтрализация химических и биологических угроз, предупреждение и минимизация рисков.

Эти направления и должны стать основой в деятельности всех научных профильных организаций на ближайшую перспективу.

Сборник материалов конференции с тезисами докладов на английском языке размещен на постоянно действующем сайте конференции <http://conference.chemsafety.ru/> [29] и на интегрированном научном информационном портале eLIBRARY.RU и включен в базу данных Российского индекса научного цитирования (РИНЦ).

Список литературы / References:

1. Richardson, M. (2008). *Chemical safety: international reference manual*. Weinheim, New York, Basel, Cambridge, Tokyo: Wiley-VCH.
2. Markham, A.C. (2019). *A brief history of pollution*. London: Routledge.
<https://doi.org/10.4324/9780429344879>
3. Warnasooriya, M., & Gunasekera, M.Y. (2017). Assessing inherent environmental, health and safety hazards in chemical process route selection. *Process Safety and Environmental Protection*, 105, 224 - 236. <https://doi.org/10.1016/j.psep.2016.11.010>
4. Tsatsakis, A.M., Docea, A.O., & Tsitsimpikou, C. (2016). New challenges in risk assessment of chemicals when simulating real exposure scenarios; simultaneous multi-chemicals' low dose exposure. *Food and Chemical Toxicology*, 96, 174 - 176.
<https://doi.org/10.1016/j.fct.2016.08.011>
5. Passport of the Federal Target Program “National System of Chemical and Biological Safety of the Russian Federation (2009–2014)” (in Russ.). <http://government.ru/docs/all/111124/?page=7>
6. Roshchin, A.V., Usin, V.V., Orlov, A.Yu., & Latfullin, D.F. (2020). Advanced technologies for ensuring chemical safety (following the results of federal target program “National System of Chemical and Biological Safety of the Russian Federation”). *Book of Abstracts of Vth International conference “Actual Scientific & Technical Issues of Chemical Safety” (ASTICS-2020)*. M.: IKhF RAN. P. 29-30. <https://doi.org/10.25514/CHS.2020.05.7755>
7. Sjakste, N. (2020). Genotoxic and genoprotective effects of natural and synthetic compounds. *Book of Abstracts of Vth International conference “Actual Scientific & Technical Issues of Chemical Safety” (ASTICS-2020)*. M.: IKhF RAN. P. 31-32.
<https://doi.org/10.25514/CHS.2020.05.7755>
8. Roumak, V.S., & Umnova, N.V. (2020). Dioxins and human health: competences for ecological safety management. *Book of Abstracts of Vth International conference “Actual Scientific & Technical Issues of Chemical Safety” (ASTICS-2020)*. M.: IKhF RAN. P. 33-34.
<https://doi.org/10.25514/CHS.2020.05.7755>
9. Roumak, V.S., & Umnova, N.V. (2020). Dioxins and human health: competences for ecological safety management. *Khimicheskaya Bezopasnost' = Chemical Safety Science*, 4(2), 68 - 79 (in Russ). <https://doi.org/10.25514/CHS.2020.2.18005>
10. Doolotkeldieva, T.D., & Konurbaeva, M.U., & Bobusheva, S.T. (2020). Possibility of microbial degradation of obsolete pesticides in soils around burial sites in Southern Kyrgyzstan. *Book of Abstracts of Vth International conference “Actual Scientific & Technical Issues of Chemical Safety” (ASTICS-2020)*. M.: IKhF RAN. P. 35-36. <https://doi.org/10.25514/CHS.2020.05.7755>
11. Kokorin, A.I., & Kulak, A.I. (2020). Destruction of toxic organic and chloroorganic compounds on TiO₂-based photocatalysts. *Book of Abstracts of Vth International conference “Actual Scientific & Technical Issues of Chemical Safety” (ASTICS-2020)*. M.: IKhF RAN. P. 37.
<https://doi.org/10.25514/CHS.2020.05.7755>

12. Ulanova, T.S., & Nurislamova, T.V. (2020). Determination of toxic compounds and elements in human biological media for building evidential base of chemical hazards sources. *Book of Abstracts of Vth International conference "Actual Scientific & Technical Issues of Chemical Safety"* (ASTICS-2020). M.: IKhF RAN. P. 38-39. <https://doi.org/10.25514/CHS.2020.05.7755>
13. Zinikovskaia, I. I. (2020). Neutron activation analysis as a tool for tracing heavy metal content in different types of samples. *Book of Abstracts of Vth International conference "Actual Scientific & Technical Issues of Chemical Safety"* (ASTICS-2020). M.: IKhF RAN. P. 40-41. <https://doi.org/10.25514/CHS.2020.05.7755>
14. Polyakov, N.E., Selyutina, O.Yu., Khalikov, S.S., Dushkin, A.V., Malyuga, A.A., & Vlasenko, N.G. (2020). Nanopesticides - a new generation of plant protection products with increased safety and effectiveness. *Book of Abstracts of Vth International conference "Actual Scientific & Technical Issues of Chemical Safety"* (ASTICS-2020). M.: IKhF RAN. P. 42-43. <https://doi.org/10.25514/CHS.2020.05.7755>
15. Zakharova, L.Ya. (2020). Soft nanocontainers for decomposition of organophosphorous toxins and treatment for pesticides poisoning. *Book of Abstracts of Vth International conference "Actual Scientific & Technical Issues of Chemical Safety"* (ASTICS-2020). M.: IKhF RAN. P. 74. <https://doi.org/10.25514/CHS.2020.05.7755>
16. Ryzhkina, I.S., Murtazina, L.I., & Konovalov, A.I. (2020). New physicochemical approach for assessing environmental risk of chemical exposure in low concentrations and developing physicochemical screening at the stage of pre-biological drug research. *Book of Abstracts of Vth International conference "Actual Scientific & Technical Issues of Chemical Safety"* (ASTICS-2020). M.: IKhF RAN. P. 51-52. <https://doi.org/10.25514/CHS.2020.05.7755>
17. Saratovskikh, E.A. (2020). Pesticides as highly toxic chemical pollutants of the environment. *Book of Abstracts of Vth International conference "Actual Scientific & Technical Issues of Chemical Safety"* (ASTICS-2020). M.: IKhF RAN. P. 53-55. <https://doi.org/10.25514/CHS.2020.05.7755>
18. Zhurba, O.M., Alekseyenko, A.N., & Shayakhmetov, S.F. (2020). Features for determination biomarkers expositions of industrial ecotoxins in conditions of chemical safety ensuring. *Book of Abstracts of Vth International conference "Actual Scientific & Technical Issues of Chemical Safety"* (ASTICS-2020). M.: IKhF RAN. P. 49-50. <https://doi.org/10.25514/CHS.2020.05.7755>
19. Berlina, A.N., Komova, N.S., Serebrennikova, K.V., Zherdev, A.V., & Dzantiev, B.B. (2020). Rapid colorimetric nanoparticles aggragation test for monitoring mercury and cadmium ions in water sources. *Book of Abstracts of Vth International conference "Actual Scientific & Technical Issues of Chemical Safety"* (ASTICS-2020). M.: IKhF RAN. P. 60. <https://doi.org/10.25514/CHS.2020.05.7755>
20. Datsko, T.Ya., & Zelentsov, V.I. (2020). Hybrid nano-TiO₂/diatomite photocatalyst for AOPs mediated removal of toxic organic pollutants. *Book of Abstracts of Vth International conference "Actual Scientific & Technical Issues of Chemical Safety"* (ASTICS-2020). M.: IKhF RAN. P. 68-69. <https://doi.org/10.25514/CHS.2020.05.7755>
21. Datsko, T.Ya., & Zelentsov, V.I. (2020). Hybrid nano-TiO₂/diatomite photocatalyst for AOPs mediated removal of toxic organic pollutants. *Khimicheskaya Bezopasnost' = Chemical Safety Science*, 3(2), 101 - 116 (in Russ). <https://doi.org/10.25514/CHS.2020.2.18007>
22. Zilberman, M.V., & Cherepanov, M.V. (2020). A dynamic model of phytocenosis taking into account interaction of biomass and resources. *Book of Abstracts of Vth International conference "Actual Scientific & Technical Issues of Chemical Safety"* (ASTICS-2020). M.: IKhF RAN. P. 72-73. <https://doi.org/10.25514/CHS.2020.05.7755>
23. Cherkasova, A.V., Glagolev, N.N., Shienok, A.I., & Solovieva, A.B. (2020). Green technologies for obtaining prolonged dosage forms in supercritical CO₂. *Book of Abstracts of*

- Vth International conference "Actual Scientific & Technical Issues of Chemical Safety"* (ASTICS-2020). M.: IKhF RAN. P. 79-80. <https://doi.org/10.25514/CHS.2020.05.7755>
24. Burdikova, T.V., Zenitova, L.A., Ivshin, S.S., & Ivshina, A.A. (2020). Influence of nature and content of nanofillers on performance characteristics of polyurethanes. *Book of Abstracts of Vth International conference "Actual Scientific & Technical Issues of Chemical Safety"* (ASTICS-2020). M.: IKhF RAN. P. 77-78. <https://doi.org/10.25514/CHS.2020.05.7755>
 25. Matveeva, V.G. Manaenkov, O.V., Kislitza, O.V., Nikoshvili, L.Zh., Mikhailov, S.P., Grigorev, M.E., Sidorov, A.I., & Sulman, M.G. (2020). Lignocellulose biomass conversion into fuels and chemicals. *Book of Abstracts of Vth International conference "Actual Scientific & Technical Issues of Chemical Safety"* (ASTICS-2020). M.: IKhF RAN. P. 81-82. <https://doi.org/10.25514/CHS.2020.05.7755>
 26. Stepacheva, A.A., Dmitrieva, A.A., Monzharenko, M.A., Markova, M.E., Sidorov, A.I., Matveeva, V.G., & Sulman, M.G. (2020). Supercritical approach to produce liquid fuels from biomass. *Book of Abstracts of Vth International conference "Actual Scientific & Technical Issues of Chemical Safety"* (ASTICS-2020). M.: IKhF RAN. P. 83-84. <https://doi.org/10.25514/CHS.2020.05.7755>
 27. Aetov, A.U., Zaripov, Z.I., Usmanov, R.A., & Gumerov, F.M. (2020). Disposal of industrial waste and wastewater using supercritical fluid media. *Book of Abstracts of Vth International conference "Actual Scientific & Technical Issues of Chemical Safety"* (ASTICS-2020). M.: IKhF RAN. P. 85. <https://doi.org/10.25514/CHS.2020.05.7755>
 28. Kovalev, D.A., Katraeva, I.V., Mikheeva, E.R., Vorozhtsov, D.L., & Moralova, E.A. (2020). Two-phase anaerobic treatment of highly concentrated wastewater of confectionary industry to produce hydrogen and methane-containing biogas. *Book of Abstracts of Vth International conference "Actual Scientific & Technical Issues of Chemical Safety"* (ASTICS-2020). M.: IKhF RAN. P. 125-126. <https://doi.org/10.25514/CHS.2020.05.7755>
 29. *Book of Abstracts of Vth International conference "Actual Scientific & Technical Issues of Chemical Safety"* (ASTICS-2020). <http://conference.chemsafety.ru/wp-content/uploads/book-of-abstracts-ASTICS-2020-full-final.pdf>