

Итоги деятельности МАХ в 2019-2020 гг. и задачи на 2021-2022 гг. (Доклад президента Международной академии холода на 28-м Общем годичном собрании 20 апреля 2021 г.)



Президент МАХ, д-р техн. наук,
профессор **А.В. БАРАНЕНКО**

Уважаемые коллеги!

Сегодня мы проводим 28 Общее годичное собрание нашего общественного объединения – Международной академии холода. Прежде всего отмечаю, что оно проходит в канун 90-летия создания Ленинградского технологического института холодильной промышленности (ЛТИХП), известного и авторитетного учебного заведения, деятельность которого внесла и вносит большой вклад в развитие технологий охлаждения и биотехнологий. Об этом кратко в конце доклада.

В 2020 г. президиум Академии провел работу по уточнению численного состава Академии. По состоянию на 01.01.2021, в Академии зарегистрировано 1695 члена, в том числе 353 гражданина из 36 иностранных государств, что составляет 21% от общей численности. В Академии насчитывается 14 почетных академиков, 778 академиков, 738 членов-корреспондентов и 165 академических советника. В зарубежных странах организованы два отделения и два представительства МАХ. Коллективными членами МАХ являются более 90 российских и зарубежных фирм, научно-исследовательских институтов и вузов.

Академия функционирует в соответствии с действующим Уставом. Основной целью МАХ является консолидация мирового научно-технического потенциала для решения актуальных проблем развития холодильной отрасли и биотехнологий. Интеллектуальный потенциал, сконцентрированный в Академии на протяжении двадцати восьми лет, позволяет успешно реализовывать обозначенные цели.

О нашем научно-теоретическом журнале «Вестник Международной академии холода». Журнал индексируется в четырех международных базах –

Chemical Abstracts, ResearchBib, WorldCat, EBSCO, включен в Перечень рецензируемых научных журналов ВАК, Российский индекс научного цитирования (РИНЦ) и в каталог периодических изданий Ulrich's Periodicals Directory.

Вынужден констатировать, что динамика развития нашего журнала достаточно слабая. В 2019 г. мы несколько улучшили положение журнала в рейтинге SCIENCE INDEX (РИНЦ), 1681 место из 4148, а также по тематике «Машиностроение», 39 место из 122. В ядро РИНЦ входит 803 журнала, чтобы туда войти нам необходимо подняться примерно на 900 пунктов.

В журнале сокращается число публикаций, число цитирований на статьи, мало цитирований статей из ядра РИНЦ. Сокращаются также число просмотров и загрузок статей, вероятность цитирования после прочтения. Правда, три последних показателя только по РИНЦ. Статьи размещены также на официальном сайте журнала.

Подводя итог, следует сказать, что нам нужны меры, которые позволят обеспечить динамичное развитие журнала. Здесь требуется активность всех членов Академии, а также редколлегии журнала.

К сожалению, приостановлен выпуск журнала «Холодильная техника». Многие материалы перестали публиковаться на русском языке. Статистические данные по мировому холодильному сектору приведены в 38 Информационной записке Международного института холода (International Institute of Refrigeration) – «Роль искусственного охлаждения в глобальной экономике». В России эта записка не публиковалась.

Ежегодные мировые продажи соответствующего оборудования составляют около 500 млрд \$ США. Более 15 млн человек в мире работают в холодильном секторе, потребляющем около 20% расходуемой глобальной экономикой электроэнергии. Эксплуатируемый мировой парк систем охлаждения, включая кондиционеры и тепловые насосы, составляет около 5 млрд ед., в том числе 2,6 млрд кондиционеров (стационарных и мобильных) и 2 млрд бытовых холодильников и морозильников. В мире эксплуатируется 50 тыс. холодильных складов, 120 млн ед. коммерческого холодильного оборудования, 5 млн транспортных рефрижераторов, 1,2 млн рефрижераторных контейнеров. Парк тепловых насосов достиг 220 млн ед., число катков с искусственным охлаждением составляет 17 тыс. По прогнозу

ООН ожидается, что к 2050 г. количество единиц холодильного оборудования вырастет в мире до 9,5 млрд единиц, при потребности 14 млрд.

Двадцатипроцентная доля мирового холодильного сектора в потребляемой электроэнергии иллюстрирует его важность в глобальной экономике и мировом энергобалансе. При этом, системы кондиционирования воздуха потребляют более 8%, а бытовые холодильные приборы – около 4% мировой электроэнергии. МИХ считает, что мировой спрос на электроэнергию для холодильного сектора, включая кондиционирование воздуха, может более чем удвоиться к 2050 г. При этом, по оценкам Международного энергетического агентства (МЭА), потребности в электроэнергии для кондиционирования воздуха в помещениях утратятся к этому времени. Однако дальнейшие усилия по улучшению энергоэффективности холодильных систем могут ограничить эти увеличения потребления энергии.

Важное значение имеет реализация эффективных технологий охлаждения в дата центрах. Мировые центры обработки данных потребляют около 2% электроэнергии, от 30% до 55% от этого количества расходуется на охлаждение компьютерного оборудования. К 2025 г. мощность центров обработки данных может быть увеличена в 8 раз. Набирает популярность жидкостное охлаждение больших компьютеров. В случае погружного охлаждения сервер помещается непосредственно во фторсодержащую инертную среду. При этом отсутствует выделение тепла в помещение серверной и, следовательно, нет необходимости в кондиционировании воздуха.

Опережающими темпами развивается производство сжиженного природного газа (СПГ). С 2000 г. оно выросло в 3,5 раза – со 100 млн тонн до 355 млн в 2019 г. При этом в 2018 г. СПГ уже занимал около 40% мировых поставок газа, ожидается, что к 2035 г. спрос на него будет на уровне 600 млн тонн, или 51% от общего рынка. Всего на сегодняшний день СПГ экспортируют 18 государств, в том числе Россия, а покупают более 40. В России производство сжиженного природного газа в 2020 г. составило 30,5 млн тонн, рост на 3,5% по сравнению с предыдущим годом. К 2025 году общая мощность российских проектов составит более 68 млн тонн в год. В перспективе доля России на глобальном рынке СПГ может достигнуть четверти от общемирового показателя.

Мировое сообщество возлагает большие надежды на водородную энергетику, как на мощный энергетический ресурс, и при этом экологически

безопасную технологию, не имеющую выбросов диоксида углерода. В последние годы многие страны активизировали работу по ее развитию. В Германии в 2020 году принята национальная водородная стратегия. В Нидерландах в 2019 году введен в эксплуатацию первый в мире бытовой водородный котел. В Российской Федерации создан консорциум водородных технологий «Технологическая водородная долина».

На мировой холодильный сектор приходится 7,8% выбросов всех парниковых газов. Около 37% составляют прямые выбросы хладагентов, около 63% – косвенные выбросы в результате производства электрической энергии, необходимой для работы систем охлаждения. МИХ отмечает важность реализации холодильной промышленностью Кигалийской поправки к Монреальскому протоколу, что будет способствовать сдерживанию повышения глобальной температуры на планете. Усилия ученых и специалистов по технике низких температур для борьбы с потеплением должны быть сосредоточены в следующих направлениях – сокращение прямых выбросов фторуглеродов в атмосферу благодаря сокращению утечек, уменьшению заправки и восстановлению хладагентов в конце срока службы оборудования, а также разработка альтернативных хладагентов с незначительным или нулевым воздействием на климат, снижение энергопотребления за счет повышения эффективности холодильных установок, разработка альтернативных более эффективных технологий производства холода.

Поэтому переход на новые хладагенты – одна из главнейших забот холодильной отрасли. Наибольшее внимание в последнее время привлекают смеси гидрофторолефинов (ГФО). Расширяется применение охлаждающих систем на диоксиде углерода. Объем мирового рынка транскритических систем CO₂ оценен в 31,6 млрд долларов США в 2019 году и, как ожидается, будет расти со среднегодовым темпом роста (CAGR) 16,9% в период с 2020 по 2027 г. Российская Федерация приняла Кигалийскую поправку постановлением Правительства в марте 2020 г., согласно которому реализуется график сокращения потребления ГФУ: с 2020 г. – на 5% и с 2036 г. – на 85%. Минприроды России установило допустимые объемы потребления гидрофторуглеродов (ГФУ) на 2021-2036 гг., выраженные в эквиваленте ежегодных выбросов CO₂ в млн тонн. Согласно документу, выбросы сократятся с 46,3 в 2021-2023 гг. до 7,3 в 2036 г., т.е. в 6,3 раза.

Тенденцию дальнейшего развития имеют технологии тепловых насосов. В Европе в 2015-2020 гг. наблюдается динамичный рост продаж ТН, в 2020 г. они составили 1,6 млн шт. ТН отапливают в Европе более 10% всех зданий. Ожидается, что к 2030 г. в Европе 40% всех жилых и 65% всех коммерческих зданий будут отапливаться ТН.

Объем рынка холодильных компрессоров в 2019 г. составил 66,9 млрд \$ США, по оценкам среднегодовой темп роста отрасли в период с 2020 по 2026 гг. составит 4,4%. Активно развивается производство спиральных компрессоров. Производители компрессоров разрабатывают спиральные компрессоры производительностью от 30 до 37 кВт для систем кондиционирования воздуха. Хороший темп роста на базе этих компрессоров демонстрируют модульные чиллеры холодопроизводительностью до 50 кВт. Есть примеры модульных устройств холодопроизводительностью свыше 350 кВт, которые постепенно вытесняют с рынка водоохлаждаемые чиллеры с винтовыми компрессорами.

Безмасляные технологии в компрессоростроении.

Многие производители освоили выпуск центробежных компрессоров с магнитной подвеской. К ним в частности относятся Danfoss Turbocor, Johnson Controls, Daikin, Gree и Midea, LG India. Холодильная мощность выпускаемых чиллеров на базе центробежных компрессоров с магнитной подвеской достигает 7,7 тыс. кВт.

В дополнение к магнитной подвеске появились и другие безмасляные технологии, такие как смазка шариковых подшипников жидким хладагентом и газовая смазка подшипников скольжения.

Кондиционирование воздуха.

Масштабное применение систем кондиционирования воздуха в странах с жарким климатом приводит к снижению смертности населения в летнее время. К примеру, в США, после 1960 г. смертность снизилась примерно на 75% в те дни, когда средняя температура превышала 27 °С. В 2019-2020 гг. мировые продажи техники по отоплению, вентиляции и кондиционированию составили соответственно 130,5 млрд и 133,4 млрд \$. Из них более 50% – за счет охлаждающего сегмента. В РФ в 2019 г. общий объем спроса на сплит-системы достиг 1,95 млн шт.

Активно развиваются системы кондиционирования воздуха с технологиями пассивного охлаждения с использованием энергии ночного

радиационного охлаждения и полимерных пленок, которые отражают тепловое излучение солнца и могут обеспечить снижение дневной температуры воздуха, в частности в Саудовской Аравии до 6,5 °С.

Технологии возобновляемых источников энергии могут удовлетворить значительную долю растущего спроса на охлаждение, особенно там, где солнечное излучение является обильным. Особенно перспективны гибридные системы, сочетающие пассивные и активные технологии охлаждения. Среди активных технологий следует уделять внимание солнечному тепловому охлаждению с использованием сорбционных процессов и фотоэлектрических источников. Устойчивый рост эффективности фотоэлектрических модулей и резкое снижение их стоимости за последние десять лет делают солнечное фотоэлектрическое охлаждение наиболее экономичным решением с точки зрения общей стоимости и вариантом, который может конкурировать с традиционными системами кондиционирования воздуха.

Предметом интенсивных исследований и разработок в последние два десятилетия являются технологии твердотельного калорического охлаждения (термоэлектрического, магнито-, электро- и эластокалорического). Созданы прототипы достаточно мощных магнитокалорических охладителей с приемлемой для практического применения степенью охлаждения. В частности, опубликованы данные об охладителях с холодопроизводительностью 3 кВт, а также способных обеспечить охлаждение на 40 К. Известный самый масштабный магнитокалорический охладитель отвечает требованиям, предъявляемым к реальному промышленному чиллеру: степень охлаждения более 20 К, холодопроизводительность 15 кВт, холодильный коэффициент около 60% от данного показателя цикла Карно.

Электрокалорическое охлаждение является перспективным кандидатом на новые устойчивые технологии твердотельного охлаждения. Эластокалорическое охлаждение проходит раннюю стадию исследований и разработок.

Большой интерес представляет одновременное использование нескольких калорических эффектов для охлаждения – многокалорический эффект, генерируемый разнородными полями. Опубликованы исследования синергетического эффекта при одновременном использовании магнитокалорического и термоэлектрического охлаждения, а также модели

малогабаритного теплового насоса на основе термоэлектрических и электрокалорических материалов.

Можно констатировать, что в последнее десятилетие в развитии технологий твердотельного охлаждения достигнут большой прогресс. Это повысило конкурентоспособность твердотельных охладителей и позволяет говорить о том, что в обозримом будущем может быть осуществлена масштабная реализация таких охладителей.

На основании значительной и все возрастающей роли технологий охлаждения в мировой экономике развитие холодильных систем должно быть приоритетом в деятельности правительств. Ключевым вопросом является повышение энергоэффективности холодильных установок. Это требует продолжения исследований и разработки эффективных инновационных холодильных технологий, масштабное использование возобновляемых источников энергии. Следует обобщать и пропагандировать меры, направленные на поощрение потребителей, покупающих более эффективное оборудование. Необходимы меры по дальнейшему сокращению выбросов хладагентов с относительно высоким потенциалом глобального потепления. Для сокращения потерь продовольствия развивающиеся страны должны увеличивать инвестиции в непрерывные холодильные цепи. Развитие холодильной индустрии на основе фундаментальных и прикладных исследований, включая междисциплинарные исследования, обеспечат устойчивость глобальной экономики, улучшение здоровья населения планеты.

Научные кадры для отрасли.

С сожалением следует констатировать, что в Российской Федерации число защит диссертаций по системам охлаждения продолжает оставаться на низком уровне. Очень мало защит докторских диссертаций. В 2020 г. кандидатские диссертации были защищены только в Университете ИТМО.

Холод и питание.

Общая вместимость холодильных складов во всем мире составила в 2020 г. 719 млн кубометров, что на 16,7% больше, чем в 2018 г. (отчет международной ассоциации охлаждаемых складов). На Северную Америку и Китай пришлось наибольшее увеличение заявленных мощностей с 2018 г. Страны с самой большой емкостью охлаждаемых складов: США – 156 млн м³, Индия – 150 млн м³, Китай – 131 млн м³. Во всем мире средняя емкость холодильных камер в 2020 г. на одного городского жителя составила 0,15 м³.

Как известно скоропортящиеся пищевые продукты составляют одну треть в общем количестве продовольствия. Пищевые холодильные цепи все еще недостаточно развиты, особенно в развивающихся странах. В частности в Индии доля холодильных цепей в выделенной глобальной логистике скоропортящихся пищевых продуктов составляет 22% для фруктов и овощей, 34% для мяса, что значительно ниже 95% в Европе и в США. В Китае число транспортных рефрижераторов составляет 1/10 000 населения против 14/10 000 в Великобритании.

МИХ считает, что потери продовольствия, в связи с отсутствием охлаждения, составляют почти 20% глобальной продовольственной доступности. По оценке ФАО ООН в глобальном масштабе доля пищевой продукции, потерянной в послеуборочный период и на этапах транспортировки, хранения и переработки, составляет 13,8%.

Постоянное совершенствование технологий охлаждения и замораживания привело к быстрому развитию рынков термочувствительного продовольствия. Рынок охлажденных пищевых продуктов с 2011 по 2017 гг. вырос на 45%.

Ежегодное потребление замороженных продуктов на душу населения составляет около 50 кг в США, Ирландии, Великобритании, Швеции и Германии. Многие исследования показывают, что замороженные фрукты и овощи имеют в целом эквивалентные питательные качества свежих продуктов и содержат часто больше витаминов, чем свежие продукты, хранившиеся в течение нескольких дней. В период до 2023 г., мировой рынок замороженных продуктов может показать рост почти на 30% до 283 млрд \$ США.

Российским производителям, на фоне общего роста, удалось более чем в два раза увеличить свою долю и занять более половины рынка замороженных овощей, фруктов и ягод в России.

О продовольствии в целом.

Статистика Продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН (ФАО) свидетельствует о постоянно растущем в мире спросе на продовольствие. Это обусловлено ростом населения планеты и улучшением благосостояния людей. В первую очередь увеличивается спрос на готовые продукты питания, прошедшие технологическую обработку.

Однако в докладах 2019 г. было констатировано, что мир не успевает к 2030 г. решить большинство задач в рамках целей устойчивого развития (ЦУР),

связанных с продовольствием и сельским хозяйством, в частности показателя ЦУР 2.1 "Ликвидация голода". В 2019 г. по оценкам недоедали около 690 млн человек в мире (8,9% населения).

Существующие вызовы.

Низкие темпы роста эффективности водопользования (расход пресной воды на единицу продукции). Глобальный уровень нагрузки на водные ресурсы (водный стресс) остается на безопасном уровне в 17%, однако в регионах Центральной и Южной Азии и Северной Африки водный стресс превышает 70%. Тревожно высокий уровень водного стресса во многих регионах ставит под угрозу достижение целей в области устойчивого развития. В мире эффективность водопользования выросла с 12,58 \$ США/м³ в 2000 г. до 18,17 \$ США/м³ в 2017 г.

Относительно низки запасы генетического материала животного и растительного мира. В мире 73% из приблизительно 7600 местных пород скота находятся под угрозой исчезновения. Достаточное количество генетического материала для восстановления породы в случае ее исчезновения имеется только для 1,3% скота. Глобальные запасы генетических ресурсов растений для производства продовольствия и ведения сельского хозяйства выросли с 4,21 млн образцов в 2005 г. до 5,43 млн в 2019 г. Однако этого количества недостаточно для сохранения разнообразия сельскохозяйственных культур.

Сохранение морских экосистем.

Продолжает снижаться устойчивость мировых рыбных ресурсов. Доля рыбных запасов, находящихся в биологически устойчивых пределах, снизилась с 90% в 1974 г. до 65,8% в 2017 г. Задача восстановления таких запасов в обозримые сроки, то есть доведение их до уровня, способного обеспечивать экологически рациональный улов, достаточно сложная и потребует не только времени, но и консолидации в рамках многосторонних соглашений.

На сегодняшний день отсутствует статистика по производству продовольствия в 2020 г.

Мировое производство продовольствия в 2019 г.: зерновые 2 722 млн т, что на 71 млн т больше, чем в 2018 г., сахар 179 млн т (потребление 23,1 кг/год на человека), глобальное производство мяса 337 млн т, производство молока 859 млн т (потребление 111,3 кг/год). Глобальное производство рыбы 177,8 (рыболовство 91,3; аквакультура 86,5).

Рыба уже составляет 16 % всего животного белка, потребляемого в мире. Согласно данным ФАО, аквакультура сегодня развивается быстрее, чем любой другой продовольственный сектор, и ожидается, что к 2030 г. за счет него будет обеспечиваться 60% рыбы для потребления человеком.

ФАО констатирует наличие в настоящее время неопределенности в производстве сельскохозяйственной продукции и продовольствия, связанной с пандемией коронавируса. По данным ФАО в 2020 г. индекс мировых цен на продовольствие вырос на 7,4%, до 108,5 пункта. Показатель стал самым высоким за последние шесть лет. В феврале 2021 г. он составил уже 116,0 пункта.

На фоне неопределенности глобальных рынков продовольствия в 2020-2021 г. из-за COVID-19 российский АПК является драйвером российской экономики и демонстрирует высокие темпы развития по всем ключевым направлениям. По данным Росстата в 2020 г. производство пищевой продукции увеличилось на 3,5%.

В 2020 г. в России, впервые за весь постсоветский период, экспорт сельхозпродукции превысил импорт. Экспорт возрос на 20% и составил \$30,7 млрд, за прошлый год Россия экспортировала 79 млн т продовольствия. Покупателями товаров стали более 150 государств. Импорт продовольствия составил \$29,7 млрд. За семь лет Россия сократила поставки продуктов питания из-за рубежа почти на треть.

Цели в области устойчивого развития включают ключевые решения для совершенствования продовольственного и сельскохозяйственного сектора, направленные на обеспечение населения безопасными и качественными пищевыми продуктами. Актуальные направления исследований в области пищевых биотехнологий: ресурсосберегающие технологии комплексной безотходной переработки сельскохозяйственной продукции и производство продуктов питания с высокой пищевой и биологической ценностью; биоконсервация клеточных структур; увеличение сроков хранения термочувствительного продовольствия; создание пищевых продуктов нового поколения с заданными функциональными свойствами; создание персонализированного питания и многие другие технологии современного мира и ближайшего будущего.

Возвращаюсь в 90-летию создания ЛТИХП. Здесь представлены этапы развития и трансформации вуза. За 90 лет у вуза было всего 8 руководителей.

За 90 лет созданы известные и авторитетные научные школы. Опубликовано сотни учебников и монографий.

Ученые вуза и мегафакультета, выпускники вуза внесли и вносят большой вклад в развитие соответствующих отраслей народного хозяйства, в обеспечение населения качественными пищевыми продуктами, в развитие экономики России и других стран.

В заключение выражаю уверенность, что Академия и в дальнейшем будет играть важную роль в развитии техники низких температур и технологий пищевых производств, вносить заметный вклад в развитие науки и техники.

Желаю, вам, дорогие коллеги, успехов в научных исканиях, новых побед и свершений, доброго здоровья, благополучия вам и вашим близким!