

## ОТЧЕТ

о реализации мероприятия 2.3.3.1.1. проекта ПРООН/ГЭФ «Содействие в реализации ускоренного вывода из обращения ГХФУ в странах с переходной экономикой»:

Выбор наиболее оптимальных демонстрационных проектов и технических решений по внедрению альтернативных технологий с использованием озонобезопасных хладагентов с низким потенциалом глобального потепления. Этап 2.

Консультант по  
альтернативным технологиям

М. Цвирко

Минск 2014

## Оглавление

ВВЕДЕНИЕ .....	3
1 Выбор наиболее заинтересованных сторон на подачу предложений по реализации пилотных проектов .....	4
2 Определение критериев отбора демонстрационных проектов по применению альтернативных технологий охлаждения .....	10
3 Подготовка семинара по реализации проекта .....	13
4 Разработка предложений для создания оптимальных условий внедрения озono - и климато-безопасных технологий .....	14
4.1 Технические трудности по выводу ОРВ из потребления.....	14
4.2 Некоторые аспекты внедрение природных хладагентов в РБ .....	18
4.3 Вопросы усовершенствования законодательства по применению природных хладагентов.....	21
Заключение .....	27
Приложения .....	29

## ВВЕДЕНИЕ

Республика Беларусь поддерживает инициативы мирового сообщества по охране озонового слоя и проводит политику, направленную на выполнение принятых обязательств по международным соглашениям:

- разрабатывает и совершенствует правовые основы и нормативно-методическое обеспечение прекращения потребления ОРВ;
- обеспечивает контроль и регулирование импортно-экспортных операций с ОРВ;
- осуществляет перевод техники и технологий на альтернативные озонобезопасные вещества, регенерацию (восстановление) для повторного использования отработанных ранее ОРВ.

Таким образом, первые шаги, по выводу ГХФУ из обращения в РБ выполнены.

Основная цель второго этапа проекта выбрать наиболее оптимальные технические решение с дальнейшей реализацией их на предприятии, направленных на ускоренный вывод из обращения переходных озоноразрушающих веществ, в частности, гидрохлорфторуглеродов (ГХФУ), и замену их современными, в первую очередь альтернативными заменителями ОРВ.

На основании тенденций мировых практик использования озонобезопасных веществ в качестве альтернативных заменителей в первую очередь рассмотрены природные хладагенты такие как аммиак (NH<sub>3</sub>, R717), углекислый газ (CO<sub>2</sub>, R744) и такие углеводороды (HC), как пропан (R290), изобутан (R600a) и пропилен (R1270).

При этом следует отметить, распространение природных хладагентов требует комплекса мер, начиная с мероприятий по государственному стимулированию их распространения, изменению законодательства и заканчивая более высокими квалификационными требованиями к специалистам по монтажу и обслуживанию холодильных систем на данных веществах и т.д.

1 Выбор наиболее заинтересованных сторон на подачу предложений по реализации пилотных проектов

На основании анализа данных этапа 1, а именно из существующей базы данных лицензиатов, статистических данных представленных в таблицах 1.2-1.9, где произведена выборка конечных потребителей по территориальной принадлежности, использующих ГХФУ для техпроцессов, ремонта и дозаправки собственного оборудования и субъектов хозяйствования, оказывающих услуги по ремонту, гарантийному и сервисному обслуживанию оборудования, определены субъекты хозяйствования с потреблением ГХФУ более 500кг.

Обобщенные данные с сортировкой по наиболее емким потребителям ОРВ представлен в таблице 1.1.

Таблица 1.1 - Обобщенные данные с сортировкой по наиболее емким потребителям ОРВ

Субъект хозяйствования	Сектор использования	Используемые ОРВ, кг		
		R-22	Смесевые	R-141b
<b>Брестской области</b>				
ООО "Электротэмп"	R	900	175	0
ОАО «Березовский сыродельный комбинат»	R mc	765	0	0
Частное предприятие "СОЛКОМтех"	A/C R	700	0	0
ИЧСУП "Промтехника-Агросервис"	R mc	700	0	0
СП «Санта Бремор» ООО	A/C R	650	85	0
СП "Веставто", ОАО	A/C R	600	175	0
ОАО «Дрогичинский райагросервис»	R mc	600	600	0
Частное предприятие "Санта Холод"	A/C R	550	250	0
Ивацевичское райпо		545	0	0
ОАО «Ивановский райагросервис»	R	500	0	0
ИП "Машиностроительная компания "Промтехника"	R	500	0	0
ЧРМУП "Брест Реммонтаж"	R	500	200	0
Итого по области:		13667,6	4023	5088
<b>Витебской области</b>				
ОАО «Веста»	R	950	0	0
ОАО "Глубокский молочно-консервный комбинат"	R mc	680	0	0

Субъект хозяйствования	Сектор исполь- зовани я	Используемые ОРВ, кг		
		R-22	Смесе- вые	R- 141b
ОАО "Браславский райагросервис"	R mc	550	400	0
ОАО "Витебскторгтехника"	R	550	250	0
ОАО "Оршанский молочный комбинат"	R mc	500	266	0
ОАО "Городокский райагропромснаб"	R mc	400	165	0
ОАО "Полоцкий молочный комбинат"	R mc	400	1000	0
Итого по области:		7719,2	5015	5
Гродненской области				
ПООО "Интерком" г. Гродно	R, A/C	900	0	
СПК "Прогресс-Вертелишки"	R cb	560	0	
УЧНПП "БЕЛТЕЛ" г. Гродно	R cb	500	0	
ЗАО "Холодильная техника" г. Гродно	R	450	250	
ОАО "Гродно Азот"	R	408	0	
Итого по области:		5705	2395	0
Гомельской области				
ОАО "Гомельторгтехника"	A/C	800	658	0
Частное предприятие "Алтер-сервис"	R, A/C	800	150	0
ОАО "Белорусский металлургический завод»	A/C	700	0	0
Частное предприятие "Прохладосервис"	R	600	170	0
РУП "Гомельский завод литья и нормалей"	RI	480	35	0
ОДО "Гала-Холод"	RI	400	0	0
ОДО "Грандхолод"	R, A/C	400	0	0
Итого по области:		9403,2	9514,5	100
Могилевской области				
ОАО "Могилевторгтехника"	R	1200	350	50
СУП "Могилевская СПМК"	R mc	600	500	0
ОАО "Климовичская передвижная механизированная колонна "Сельспецмонтаж"	R	250	500	0
Итого по области:		2687	1872	50
Минской области				

Субъект хозяйствования	Сектор исполь- зовани я	Используемые ОРВ, кг		
		R-22	Смесе- вые	R- 141b
ОАО "Молодечненский молочный комбинат", в т.ч. Вилейский филиал	R mc	2500	2650	0
ОАО "Здравушка-милк" (бывший "Борисовский молочный комбинат"), в т.ч. филиал	R Cb	550	750	0
УП «Минский областной ремонтно-монтажный комбинат»	R mc	400	900	0
ОАО "Клецкий райагросервис"	R	300	618	0
Итого по области:		6434,4	10334	0
г. Минска				
ОАО "ИНТЕГРАЛ"	A/C	3570	0	0
ЗАО «ХОЛОДОН», в т.ч. филиалы в городах Молодечно, Брест, Витебск, Гомель, Могилев, Полоцк	R	3000	2100	0
ОАО "Крион"	R	2500	0	0
ОАО "Торгтехника"	R	1050	1410	0
ООО «Термокомфорт»	A/C	600	0	0
РУП "Белтелеком", в т.ч. филиалы:	A/C	590	0	0
РУП "366 ремонтный завод техники продовольственной службы"	R	500	500	0
УП "Анеромхолод"	R	500	0	0
Итого по области:		21007,3	15015	0

Анализ данных таблицы 1.1 показывает, что наиболее весомыми потребителями ОРВ являются:

- молокоперерабатывающие предприятия;
- поставщики оборудования в области промышленного и торгового холода;
- предприятия сельского хозяйства (животноводство мясо-молочного направления);
- производители микроэлектронных компонентов и изделий электронной техники;
- предприятия осуществляющие ремонт и техническое обслуживание сельскохозяйственной техники.

В целом, основные потребители ГХФУ в нашей стране — участники рынка промышленного и торгового холода, климатические компании.

Таким образом, исходя из указанного перечня организаций определен перечень органов госуправления, которым подчиняются данные предприятия.

Следует отметить, что в перечень организаций включены крупнейшие объединения мясомолочной промышленности Республики Беларусь, поскольку удельный объем потребления ОРВ данной отраслью составляет около 20% от общего. Поскольку поставщики оборудования в области промышленного и торгового холода также являются крупными потребителями ОРВ, наиболее крупные предприятия внесены в список рассылки.

В перечень заинтересованных организаций включены также Областные и Минский городской комитеты природных ресурсов и охраны окружающей среды, поскольку являются контролирующими органами, ответственными за проведение программы вывода озоноразрушающих веществ.

Сводные данные по перечню наиболее заинтересованных сторон на подачу предложений по реализации пилотных проектов представлен в таблице 1.2.

Таблица 1.2 - Перечень наиболее заинтересованных сторон на подачу предложений по реализации пилотных проектов

Наименование организации	Адресат	Е-mail:	Факс:
Белкоопсоюз	220004, г. Минск, пр-т. Победителей, 17	<a href="mailto:info@bks.by">info@bks.by</a>	
Белгоспищепром	220006, г. Минск, ул. Аранская 6	<a href="mailto:concern@bgp.by">concern@bgp.by</a>	
Белорусская железная дорога	220030, Республика Беларусь, г. Минск, ул. Ленина, 17,	<a href="mailto:ns@rw.by">ns@rw.by</a>	
Минсельхозпрод	220030 г. Минск, ул. Кирова, 15	<a href="mailto:kanc@mshp.gov.by">kanc@mshp.gov.by</a>	
Минторг	220030, г. Минск, ул. Кирова, 8 корп. 1	<a href="mailto:mail@mintorg.gov.by">mail@mintorg.gov.by</a>	
Минпром	220033, Республика Беларусь, г. Минск, Партизанский проспект, 2, корп. 4.	<a href="mailto:minprom4@minprom.gov.by">minprom4@minprom.gov.by</a>	
Минтранс	220029 г. Минск, ул. Чичерина, 21	<a href="mailto:mail@mintrans.mtk.by">mail@mintrans.mtk.by</a>	
Минздрав	220048, г. Минск, ул. Мясникова, 39	<a href="mailto:mzrb@belcmt.by">mzrb@belcmt.by</a>	
Мясомолпромы:			
ГО «Управляющая компания холдинга «Концерн Брестмясомолпром»	224030, г. Брест, ул. Карбышева, 119	<a href="mailto:admin@mmp.brest.by">admin@mmp.brest.by</a>	(+375 162) 20-50-48
ОАО «Гродномясомолпром»	230656 г. Гродно, ул. Лермонтова, д. 2, к. 18	<a href="mailto:gmp@mail.ru">gmp@mail.ru</a> , <a href="mailto:main@gmmp.grodno.by">main@gmmp.grodno.by</a>	(0152)77-05-28
КУП «Миноблмясомолпром»	г. Минск, ул. Чкалова, 5а	<a href="mailto:info@stelland.by">info@stelland.by</a>	+375 (17) 224-68-34
ГО "Витебский концерн "Мясо-молочные продукты"	210600, г. Витебск, улица генерала Белобородова, 2	<a href="mailto:vitmmp@vitebsk.by">vitmmp@vitebsk.by</a>	8-0212 - 36-09-13
Холдинг «Гомельская Мясо-Молочная Компания»	246029, Республика Беларусь, г. Гомель, ул. Б. Лизюковых, 1	<a href="mailto:oblmolpriem@tut.by">oblmolpriem@tut.by</a>	+375 232 23 73 10
ЗАО «Мясо-молочная компания»	Старовиленский тракт, 91-325	belarus.mercury@yandex.ru	+375 17 335-06-10
Могилевское государственное объединение «Мясомолпром»	212030 г. Могилев, ул. К. Маркса 8		375 222 731 526
Областные и Минский городской комитеты природных ресурсов и охраны окружающей среды:			
Минский городской комитет природных ресурсов и	220026, г. Минск, ул. Плеханова, 18	<a href="mailto:priroda@mail.belpak.by">priroda@mail.belpak.by</a>	



Наименование организации	Адресат	Е-mail:	Факс:
охраны окружающей среды			
Минский областной комитет природных ресурсов и охраны окружающей среды	220034, г. Минск, ул. Захарова, 31	<a href="mailto:Mocprioos@mail.belpak.by">Mocprioos@mail.belpak.by</a>	
Брестский областной комитет природных ресурсов и охраны окружающей среды	г. Брест ул. Площадь Свободы, 11	<a href="mailto:priroda@ecocom.brest.by">priroda@ecocom.brest.by</a>	
Витебский областной комитет природных ресурсов и охраны окружающей среды	210029, г. Витебск, ул. Правды, 26А	<a href="mailto:priroda@vitebsk.by">priroda@vitebsk.by</a>	
Гомельский областной комитет природных ресурсов и охраны окружающей среды	246050, г. Гомель, ул. Ланге, 17	<a href="mailto:okproos@mail.gomel.by">okproos@mail.gomel.by</a>	
Могилевский областной комитет природных ресурсов и охраны окружающей среды	212026, г. Могилев, ул. Орловская, 24 б	<a href="mailto:ok_proos@mogilev.by">ok_proos@mogilev.by</a>	
Гродненский областной комитет природных ресурсов и охраны окружающей среды	230023, г. Гродно, ул. Советская, 23	<a href="mailto:oblkomprios@mail.grodno.by">oblkomprios@mail.grodno.by</a>	
Предприятия:			
ЗАО "Холодон"	220075, Минск, Партизанский проспект, 168, помещение 5.	<a href="mailto:blr@holodon.by">blr@holodon.by</a>	
ОАО "Торгтехника"	220089, г. Минск, ул. Железнодорожная д.31, к.1	<a href="mailto:director@torgprom.by">director@torgprom.by</a>	
ОАО "ИНТЕГРАЛ"	220108, Республика Беларусь, г. Минск, ул. Казинца И.П., 121А	<a href="mailto:office@integral.by">office@integral.by</a>	

## 2 Определение критериев отбора демонстрационных проектов по применению альтернативных технологий охлаждения

Несмотря на типы проектов их анализ обычно соответствует определенной общей схеме, включающей специальные разделы, оценивающие коммерческую, техническую, финансовую, экономическую и институциональную в выполнении проекта.

При выборе проектов по применению альтернативных технологий охлаждения в основу положим энергетические, экологические и экономические показатели. Критерии оценки сведены в таблицу 2.1.

Таблица 2.1 – Критерии отбора

№ п/п	Критерии отбора
1	<i>Экономические показатели</i>
1.1	Долгосрочная перспектива жизнестойкости предприятия или субъекта хозяйствования
1.2	Наличие источников софинансирования
1.3	Стоимость и устанавливаемого оборудования
2	<i>Экологические показатели</i>
2.1	Значения ПГП холодильных агентов принятых в проекте
2.2	Значения ОРВ холодильных агентов принятых в проекте
3	<i>Энергетические показатели</i>
3.1	Энергоэффективность установленного оборудования
3.2	Техническая целесообразность предлагаемого проекта с учетом показателей обслуживания системы
4	<i>Прочие показатели</i>
4.1	Готовность принять участие в проекте в качестве демонстрационного объекта
4.2	Содействие в преодолении рассматриваемых препятствий
4.3	Показательность и доступность
4.4	Возможность дублирования
4.5	Тип хладагента*

\*Выбор хладагента в холодильной технике является одной из ключевых проблем, так как применяя более совершенные рабочие вещества, можно достичь значительной экономии в затратах энергии на единицу производимого холода.

Стоит отметить важность поддержки только самых эффективных технологий. Не секрет, что ГХФУ проще всего заменить смесевыми хладагентами на основе гидрофторуглеродов (ГФУ), которые стоят дороже и имеют меньшую энергоэффективность, чем чистые гидрохлорфторуглероды. Данная практика уже широко применяется в РБ. В ближайшей перспективе такие хладагенты не запретят к использованию, однако тенденции на

мировом рынке не поддерживают подобные модернизации, поскольку развивают и рассматривают более интересные альтернативы: аммиак, метилформиат, углеводороды, двуокись углерода и так далее. Следует отметить, что широкое использование данных хладагентов требует развития как мероприятий по государственному стимулированию их распространения (в частности доработки и изменения законодательства), создания обучающих центров, так и информационной поддержки.

Заменой ГХФУ могли бы послужить гидрофторуглероды (ГФУ), такие как R407C, R410A и R134a. Во первых, их производство весьма затратно — и сами хладагенты, и работающее на них оборудование стоят дороже аналогов на R22. Во вторых, ограничения на оборот того же R134a — дело ближайшего будущего, в некоторых европейских странах уже введены запретительные налоги на этот хладагент. ГФУ могут попасть под запрет из-за своего достаточно большого потенциала глобального потепления, а также из-за явно недостаточной энергетической эффективности.

Для замены запрещаемых ГХФУ созданы фреоны, не оказывающие пагубного воздействия на озоновый слой земли. Это, например, R404A, R407C, R410A, R507A и некоторые другие. Однако они значительно дороже фреона R22, при этом сам R22 дороже аммиака на 50 %.

Ситуация усугубляется тем, что все «новые» фреоны требуют применения в холодильных системах специальных дорогостоящих синтетических масел и обладают более низкой эффективностью, что приводит к повышенному энергопотреблению агрегатов и установок для выработки холода.

В связи с возникающей угрозой глобального потепления, судя по всему, в ближайшие 10–15 лет в мире вынуждены будут вернуться к широкому использованию аммиачных и комбинированных (аммиак/диоксид углерода) систем.

Таким образом, в рамках проекта предусмотреть возможности использования и предложить предприятиям, вынужденным модернизировать холодильное и климатическое оборудование, перейти на самые эффективные технологии охлаждения с использованием природных хладагентов.

После отбора объектов из базы данных будет проведен дополнительный расширенный свод критериев оценки (с вводом удельных показателей оценки таких как стоимость ед. холода, энергозатратность и т.д.) при выборе проектов по применению альтернативных технологий охлаждения.



### 3 Подготовка семинара по реализации проекта

В рамках создания круглого стола изначально рассматривались вопросы применения альтернативных хладагентов; стратегии, положения, мероприятия и технологии, применяемые в странах Европейского Союза и др. странах; анализ наилучших доступных озонобезопасных международно-признанных технологий охлаждения и производства холода, возможных к применению в приоритетных секторах экономики Беларуси.

Однако, исходя из общей картины по выводу ГХФУ в РБ, на данном этапе, некоторые аспекты и трудности отражены в п.4.2 отчета, считаю необходимым расширить программу обсуждения.

Семинар будет адресован специалистам в области климатического и холодильного оборудования, а также государственным служащим, ответственным за реализацию программ по защите озонового слоя, представителям предприятий и др.

Необходимым условием проведения семинара является выступление экспертов, представители крупнейших компаний поставщиков оборудования, которые смогут рассказать о свойствах новых хладагентов, их экологичности и ценовых параметрах, а также об усилиях, предпринимаемых компаниями для их продвижения на рынки развитых и развивающихся стран.

Также предусмотрено участие представители Минприроды, которые проинформируют о новых нормативных правовых документах, принятых в РБ, а также о планируемых на период до 2015 года изменениях в области регулирования оборота ОРВ в стране, а также об организации системы государственного регулирования оборота озоноразрушающих веществ и содержащей их продукции.

Соответственно, на семинаре планируется собрать все заинтересованные стороны: представители проекта ПРООН, Минприроды, ответственные за проведение программы вывода озоноразрушающих веществ (ОРВ), дистрибьюторы климатического и холодильного оборудования, представители предприятий, а также аналитики и пресса.

Таким образом, на данном этапе сформирован перечень участников, представлены возможные темы к обсуждению, которые планируется обсудить в рамках семинара.

## 4 Разработка предложений для создания оптимальных условий внедрения озоно - и климато-безопасных технологий

### 4.1 Технические трудности по выводу ОРВ из потребления

В холодильной технике внедрение озонобезопасных веществ сопровождается наибольшими трудностями. Прежде всего, это связано с очень *высокими термодинамическим и технико-эксплуатационными качествами* основных хладагентов – R11, R12, R502 и R22 в широком диапазоне температур: от -46 до +24 °С. Для перехода на озонобезопасные хладагенты требуется хорошо оснащенная технологическая база, которая позволит производить необходимое количество этих веществ или смесей на их основе, совместимых с маслами. Кроме того, новые хладагенты по термодинамическим и эксплуатационным свойствам должны быть близки к ХФУ-12, ГХФУ-22 и обеспечивать возможность работы действующего парка холодильного оборудования до его физического износа.

Идеального во всех отношениях заменителя ХФУ в качестве хладагентов нет. Поэтому, например, ряд немецких, швейцарских, итальянских и других европейских фирм сделали ставку на изобутан – его ОРП равен нулю, а потенциал глобального потепления – всего 3. Лидируют в использовании этого хладагента немецкие фирмы «Бош-Сименс», «Либхер», «АЕГ». Английские фирмы, а также Красноярский завод холодильников «Бирюса» отрабатывают технологию использования хладагентов на основе пропан-бутановых смесей.

Основная проблема здесь, как и при использовании изобутана – *пожароопасность*.

Многие производители холодильной техники в США, Японии и других странах (в том числе и корпорация Du Pont) ориентируются на R-134a, не содержащий атомов хлора и брома. Естественно, что за этим переходом стоят трудности, связанные с разработкой новых компрессоров, новых масел и нового технологического оборудования. Однако они успешно преодолеваются, и, например, в холодильниках «Стинол» уже используется хладагент R-134a. В настоящее время R-134a в России не производится, однако его импорт легко осуществим.

Главная проблема, связанная с R-134a, состоит в том, что его потенциал глобального потепления в *3300 раз* превышает аналогичные свойства углекислого газа. Именно по этой причине Совет Глобального

экологического фонда (ГЭФ) принял решение прекратить финансирование проектов, связанных с применением R-134a, хотя его ОРП равен нулю.

Таблица 4.1 - Сравнительный анализ хладагентов по термодинамическим свойствам

Хладагент	R290	R134a	R404A	R22	R600a
Наименование	Пропан	1,1,1,2-тетрафторэтан	Смесь R125 R143a R134a	Хлордифторметан	Изобутан
Формула	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	CF <sub>3</sub> -CH <sub>2</sub> F	44/ 52/4	CHF <sub>2</sub> Cl	(CH <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> CН
Критическая температура, °С	96.7	101	72.5	96.1	135
Молекулярная масса, кг/моль	44.1	102	97.6	86.5	58.1
Темп. кипения при нормальных условиях, °С	-42.1	-26.5	-45.8	-40.8	-11.6
Давление при -25 °С, бар (абс.)	2.03	1.07	2.50	2.01	0.58
Плотность жидкости при -25 °С, кг/л	0.56	1.37	1.24	1.36	0.60
Плотность пара при -25/+32 °С, кг/м <sup>3</sup>	3.6	4.4	10.0	7.0	1.3
Объемная производительность при -25/55/32 °С, кДж/м <sup>3</sup>	1164	658	1334	1244	373
Теплота парообразования при -25 °С, кДж/кг	406	216	186	223	376
Давление при +20 °С, бар (абс.)	8.4	5.7	11.0	9.1	3.0

Разница между R290 и R134a заключается в давлении кипения. Давление пропана R290 ближе к давлению R22 и R404A, например, при -25°С давление кипения пропана составляет 190% от давления кипения R134a, 81% от давления кипения R404A, 350% от давления кипения R600a и почти равно давлению кипения R22 (таблица 4.1). В связи с этим температура кипения пропана при нормальных условиях почти равна температуре кипения R22.

Таким образом, конструкция испарителя, работающего на пропане, должна совпадать с конструкцией испарителя, работающего на R22 или R404A. Давление кипения и критическая температура пропана почти равны давлению и температуре хладагента R22. Однако температура нагнетания пропана намного ниже. Это дает возможность работать при более высоких коэффициентах давления, т. е. при более низких температурах кипения или более высоких температурах всасываемого газа.

С ужесточением норм экологической безопасности в Европе растет спрос на климатическое оборудование, работающее на безопасных природных хладагентах, в первую очередь, на пропане. Владельцев уже установленного оборудования, использующего фторсодержащие фреоны, ждет ужесточение мер контроля и правил безопасности, а значит, и

дополнительные финансовые затраты. Поэтому многие потребители предпочитают перевести свою климатическую технику на безопасный хладагент. Под жесткий экологический контроль попадает как уже запрещенный на ввоз в Европу фреон R22, разрушающий озоновый слой, так и R410a, наиболее популярный хладагент для кондиционеров на сегодняшний день. Он имеет серьезный недостаток, очень высокий потенциал влияния на глобальное потепление. В связи с этим Дания уже отказалась от его использования.

Сравнительный анализ использования различных хладагентов исходя из экологических факторов воздействия представлен в таблице 4.2.

Таблица 4.2 - Сравнительный анализ хладагентов по ОРВ, ПГП

Хладагент	ОРВ	ПГП	Горючесть	Токсичность	Совместимость с материалами системы	Прочее
ХФУ R11, R12	Высокий	Высокий	Нет	Нет	Хорошая	Выводятся из обращения
ГХФУ R22, R123	Низкий	Высокий	Нет	Нет	Хорошая	Планируется вывод из обращения
ГФУ R134a, R410, R407	Нулевой	Высокий	Нет	Нет	Требуется другой тип масла и фильтров, возможны утечки	Чувствительны к влажности и загрязнению
УВ R600a, R290	Нулевой	Очень низкий (3)	Да	Нет	Хорошая	Огнеопасные Взрывоопасные
Аммиак R717	Нулевой	Нулевой	Да	Да	Нельзя использовать с медными деталями	Токсичен, использование ограничено

Обобщая, данные таблиц 4.1 и 4.2 наиболее оптимальными заменителями ГХФУ являются хладагенты такие как аммиак ( R717), углеводороды (НС), как пропан (R290), изобутан (R600a) и пропилен (R1270)

На данном этапе в нашей стране наблюдается тенденция по замене R22 на смесевые хладагенты вроде R404a, R407 и R410. Однако, поскольку все эти хладагенты имеют в своей основе ГФУ, их тоже рано или поздно придется менять. Уже сейчас компании Honeywell и DuPont приступают к широкомасштабному производству инновационного хладагента HFO-1234yf, который должен будет заменить R134a в автомобильных кондиционерах (см. рубрику «Мировые новости»). В бытовых холодильниках вместо R134a можно использовать изобутан (R600a). Так как он взрывоопасен, его



использование в больших системах чревато серьезными неприятностями. Для уменьшения риска предлагается переходить на менее мощные децентрализованные установки, однако возможно ли это в нынешней экономической ситуации — вопрос открытый.

Еще одной альтернативой применению ГХФУ и ГФУ может стать внедрение установок на двуокиси углерода и аммиаке. Аммиак — природный хладагент, который не разрушает озоновый слой и не влияет на климат. Несмотря на то что в нашей стране долгие годы использование аммиака было крайне осложнено нормами и ограничениями, сегодня есть шанс изменить ситуацию. Все нормы для аммиака рассчитывались полвека назад с учетом низкого качества материалов и арматуры того времени, а также полного отсутствия защитной автоматики. Аммиачные системы имеют право на существование, а современное оборудование относительно безопасно.

Двуокись углерода, кажущаяся безопасной со всех сторон, все же имеет один серьезный недостаток: в системах на CO<sub>2</sub> нужно поддерживать очень высокое рабочее давление — не менее 80 бар. Данное обстоятельство требует строгих правил аттестации для работы с сосудами под давлением и контроля состояния самих сосудов.

Разработка и установка холодильного оборудования с углеводородами соответствует специальным стандартам (к примеру, EN 378).

Таким образом, использование углеводородов и аммиака в системах требует **безопасности эксплуатации установок**. При этом следует отметить, при соблюдении определенных требований обеспечивается безопасная эксплуатация холодильных установок. Одним из них является высокая квалификация и компетентность обслуживающего персонала (прошедшего обязательное обучение). Однако в нашей холодильной промышленности отмечается дефицит квалифицированных кадров. Данная проблема решается путем создания сети авторизованных учебных центров и системы аттестации лиц, работающих с хладагентами.

## 4.2 Некоторые аспекты внедрение природных хладагентов в РБ

Как отмечалось выше молокоперерабатывающие предприятия являются крупными потребителями холода. Для поиска технических решений и сбора предложений по реализации демонстрационных проектов, а также установления реальной картины по использованию ОРВ и методов их вывода из обращения были направлены предложения и обсуждены вопросы реализации с техническими службами и руководством следующих предприятий:

- ✓ ОАО «Рогачевский МКК»;
- ✓ Волковысское ОАО «Беллакт» ;
- ✓ ОАО «Березовский сыродельный комбинат»;
- ✓ ОАО «Туровский молочный комбинат»;
- ✓ Вилейский филиал ОАО "Молодечненский молочный комбинат".

Вопросы определения направлений использования природных хладагентов также были обсуждены с ведущим предприятием по монтажу, наладке, ремонту и техническому обслуживанию технологического оборудования на предприятиях мясомолочной и пищевой отраслей ОАО «МЯСОМОЛМОНТАЖ».

Исходя из общей картины, для замены запрещаемых ГХФУ предприятия используют фреоны нового поколения, например, R404A, R407C, R410A, R507A и некоторые другие. Основную роль при этом играет экономическая составляющая. На данном этапе в нашей стране переход на системы с использованием природных хладагентов обходится дороже в сравнении с системами на альтернативных хладагентах (оценочно: стоимость модернизации холодильной системы холодопроизводительностью 700÷900кВт с использованием аммиака *дороже в 1,3÷1,5 раза по сравнению систем на озонобезопасном фреоне*).

К недостаткам по использованию природных хладагентов, рассмотренным в процессе обсуждения альтернативных технологий, технические службы предприятий отмечают необходимость обучения руководителей и персонала потенциально опасных объектов, обеспечение промышленной безопасности установок (к примеру, аммиачных холодильных установок (АХУ)).

Заявки, свидетельствующие о серьезных намерениях и заинтересованности в участии в проекте, были получены от ОАО «Рогачевский МКК».

В качестве возможного направления внедрения УВ рассмотрены возможности реализации проекта в оборудовании массового использования – кондиционеры, сплит-системы и т.д.

Поставщики оборудования в области промышленного и торгового холода являются неотъемлемой составляющей рынка использования природных хладагентов предложения по совместной реализации демонстрационных проектов были направлены в адрес компаний, к примеру ООО "ОПТконд".

ООО "ОПТконд" предоставляет полный комплекс услуг по комплектации объектов комплектующими, материалами и оборудованием для систем вентиляции и кондиционирования любой сложности и конфигурации. Эта компания представляет особый интерес, поскольку является официальным торговым представителем известных фирм-производителей климатического оборудования, в частности Компании Gree .

Как известно, в 2011 году завод Gree начал выпуск первой в мире производственной линии по выпуску кондиционеров, хладагентом для которых применяется пропан (R290). Сейчас на ее заводе в Чжухае производят более 100 тысяч сплит-систем на пропане в год. Летом 2012 года здесь также началось производство мобильных кондиционеров и осушителей воздуха на этом экологически безопасном хладагенте.

Стоит отметить, большим плюсом кондиционеров, работающих на R290, является цена. Применение пропана позволило снизить стоимость некоторых моделей кондиционеров. Удешевление стало возможным благодаря уменьшению размеров теплообменников, низкой цене хладагента и малому объему газа, требуемого для заправки. Для работы бытового кондиционера требуется всего 200-300 граммов пропана.

На данный момент, компания ООО «ОПТконд» не дала ответ на предложение по участию в проекте. Трудности связаны с отсутствием опыта по поставкам данного оборудования и необходимой сопутствующей сопроводительной документации, вопросов конечных потребителей данного оборудования и др.

Возможности реализации и создания демонстрационных проектов в сфере систем вентиляции и кондиционирования воздуха с использованием природных хладагентов (в частности углеводородов) были рассмотрены с технической службой ОАО «Минский завод игристых вин». Предприятие представляет интерес, поскольку в цехах применяется разветвлённая система вентиляции и кондиционирования воздуха для обеспечения параметров технологического процесса.

Однако ОАО «Минский завод игристых вин» предприятие уже начало частично замену R-22 на озонобезопасный фреон. Также при обсуждении применения альтернативных технологий охлаждения возникли вопросы по необходимой сопутствующей сопроводительной документации проекта, подготовке специалистов, вопросы безопасности использования УВ хладагентов и т.д.

Следует отметить, что пропан (один из УВ хладагентов) характеризуется низкой стоимостью и нетоксичен. При использовании данного хладагента не возникает проблем с выбором конструкционных материалов деталей компрессора, конденсатора и испарителя. Пропан хорошо растворяется в минеральных маслах. Температура кипения при атмосферном давлении  $-42,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ . *Преимущества* пропана является также низкая температура на выходе из компрессора, нулевые значения ОРП и минимальным ПГП, совместимость с большинством видов смазки. Однако, пропан как хладагент имеет два принципиальных *недостатка*: во-первых, он пожароопасен; во-вторых, размеры компрессора должны быть больше, чем при использовании в холодильной машине R22 заданной холодопроизводительности.

Таким образом, обеспокоенность предприятий по использованию УВ хладагентов, оправданы некоторыми недостатками данного хладагента. Однако мировой опыт использования показывает, что данные системы безопасны при правильном обслуживании данных систем.

В рамках проекта прорабатываются вопросы, связанные с трудностями внедрения природных хладагентов в РБ.

Обобщив и проанализировав предложения и рекомендации технических служб, была составлена форма запроса для наиболее заинтересованных сторон на подачу предложений по реализации пилотных проектов (таблица 1.2).

#### 4.3 Вопросы усовершенствования законодательства по применению природных хладагентов

Реализации вывода из обращения озоноразрушающих химических веществ в РБ регламентируют ряд проектов:

- Внедрена и действует система лицензирования ввоза/вывоза ОРВ и ОРВ-содержащей продукции;
- Стратегия Республики Беларусь по постепенному выводу из обращения гидрохлорфторуглеродов на период до 2020 года;
- Законом Республики Беларусь от 16 июня 2014 года (Закон) внесены изменения и дополнения в некоторые законы Республики Беларусь по вопросам охраны озонового слоя. В частности, в новой редакции изложен Закон Республики Беларусь от 12 ноября 2001 года «Об охране озонового слоя»;
- Проект «Содействие в реализации ускоренного вывода из обращения ГХФУ в странах с переходной экономикой», реализуемый Программой развития ООН при поддержке Глобального экологического фонда (ГЭФ) и др.

Применение механизма лицензирования позволяет снизить в целом количество ОРВ, поступающих в страну (*импорт минус экспорт*), в целях соблюдения условий Протокола и поправок к нему по поэтапному выводу ОРВ из производства и потребления, а также содействует сбору данных по торговле ОРВ и предотвращению незаконной торговли ОРВ.

Для соблюдения поэтапного вывода ОРВ из производства и потребления страна определяет годовую квоту по каждому ОРВ, которая затем постепенно с каждым годом уменьшается.

Таким образом, необходимы альтернативные хладагенты (R717, R290, R744 и др.) для замены ХФУ, ГХФУ и других ОРВ.

На первый взгляд кажется, что вывод ГХФУ из обращения — не такая уж большая проблема. Ведь Европа несколько лет назад досрочно прошла этот путь. Поскольку другие развитые страны начали процесс вывода оборудования, работающего на ГХФУ, значительно раньше, то невостребованная там техника на R22 хлынула к нам. Руководствуясь в первую очередь ценой, заказчики зачастую останавливали свой выбор на оборудовании, использующем R22.

В РБ есть многолетний опыт использования систем с аммиаком, с ним хорошо знакома проектная школа старшего поколения. Эксплуатации аммиачных холодильных установок распространена в мясо-молочной секторе РБ.

Однако в нашей стране во второй половине двухтысячных промышленные холодильные установки, работающие на аммиаке, массово переводили на R22, а также строили новые крупные объекты с оборудованием на ГХФУ. В итоге новые хладокомбинаты и переоборудованные стратегические хранилища увеличили и без того немалое потребление ГХФУ.

Использование углеводородов в качестве хладагентов в республике не отмечено. Как было отмечено в предыдущем разделе внедрение углеводородов и аммиака в системах требует безопасности эксплуатации установок, что негативно влияет на широкое распространение технологий с их использованием.

Таким образом, применение природных хладагентов в стране не распространено.

Стоит отметить, природные хладагенты являются перспективными для РБ с точки зрения обеспечения экологической безопасности, наличия уже существующих производств или возможностей по их созданию на территории страны

Однако распространение природных хладагентов требует комплекса мер, начиная с мероприятий по государственному стимулированию их распространения, изменению законодательства и заканчивая более высокими квалификационными требованиями к специалистам по монтажу и обслуживанию холодильных систем на данных веществах. Одной из таких мер является создание системы обязательной сертификации специалистов по монтажу и обслуживанию холодильных систем.

Рассмотрим европейский опыт. В странах Евросоюза действует система сертификации специалистов по монтажу и обслуживанию холодильного и климатического оборудования, созданная для контроля оборота озоноразрушающих веществ и парниковых газов, уменьшения выбросов озоноразрушающих веществ и парниковых газов в атмосферу, создания системы сбора, регенерации и утилизации озоноразрушающих веществ и парниковых газов. Однако помимо этого она еще и способствует

продвижению экологической продукции, выпускаемой в странах Евросоюза, стимулирует развитие климатического и холодильного бизнеса и производства, поддерживает на высоком уровне стандарты профессионального образования. Система сертификации законодательно поддерживается Регламентом Европейского парламента и Совета Европейского союза № 1005/2009 от 16 сентября 2009 г. о веществах, разрушающих озоновый слой, и Регламентом Европейского парламента и Совета Европейского союза № 842/2006 от 17 мая 2006 г. о некоторых фторсодержащих парниковых газах.

Данная система состоит из следующих основных компонентов: обязательное обучение и сертификация, проверка систем на герметичность, маркировка, сбор, регенерация и утилизация хладагентов, система отчетности и система контроля.

Некоторые стандарты по разработке и установке холодильного оборудования по работе с углеводородами представлены в таблице 4.3.

Таблица 4.3 – Стандарты по использованию УВ

Стандарт	Название	Применение	Ограничение объема УВ
МЭК и EN 60335-2-24	Дополнительные требования к холодильным приборам и устройствам для хранения и изготовления мороженого	Бытовые холодильники	До 150 г
МЭК и EN 60335-2-40	Дополнительные требования к электрическим тепловым насосам, воздушным кондиционерам и осушителям	Все оборудование для кондиционирования воздуха и с тепловыми насосами	До 1 кг и до 5 кг, в зависимости от области применения
МЭК и EN 60335-2-89	Дополнительные требования к коммерческому холодильному оборудованию со встроенным или отдельным конденсаторным агрегатом или компрессором	Все коммерческое холодильное оборудование	До 150 г
EN 378	Требования к безопасности и природоохранные требования к холодильному оборудованию и тепловым насосам	Все холодильное, климатическое оборудование и тепловые насосы: бытовое, коммерческое, промышленное	В зависимости от области применения
ISO (DIS) 5149	Системы охладительные механические, используемые для охлаждения и подогрева. Требования техники безопасности	Все холодильное, климатическое оборудование и тепловые насосы: бытовое, коммерческое, промышленное	В зависимости от области применения

В странах Евросоюза Европейским комитетом стандартизации (ЕКС) был принят 13 октября 2007 года европейский стандарт EN 378-1:2008 «Холодильные установки и тепловые насосы. Защитно-технические и экологические требования». К членам ЕКС относятся национальные институты стандартизации 30 стран. EN 378 отвечает условиям регламента

ЕКС в электротехнике. EN 378 состоит из следующих частей под общим названием «Холодильные установки и тепловые насосы – Защитно-технические и экологические требования»:

- Часть 1: Основные требования, понятия, классификации и критерии выбора;
- Часть 2: Конструкция, производство, проверка, характеристика и документация;
- Часть 3: Местоположения и защита персонала;
- Часть 4: Эксплуатация, техническое обслуживание, подготовка к пуску и регенерация.

Европейский стандарт включает в себя защитно-технические и экологические требования по конструкции, производству, проектированию, монтажу, подготовке к пуску, эксплуатации, регенерации и утилизации отходов из холодильного оборудования, принимая во внимание местную и мировую окружающую среду.

Причиной разработки и принятия EN 378 является минимальное снижение возможных (исходящих от холодильных установок) опасностей для персонала и окружающей среды. Эти опасности связаны с химическими и физическими свойствами хладагентов.

В Российской Федерации также предприняты первые шаги по усовершенствованию законодательства в области холодильной техники. Во исполнение Распоряжения Правительства РФ от 3 августа 2012 г. №1413-р «О поэтапном отказе от производства оборудования и изделий, в которых используются озоноразрушающие вещества, и переходе на озонобезопасное оборудование» разработан рабочей группой при Российском союзе предприятий холодильной промышленности, стандарт «Оборудование холодильное. Агенты холодильные. Требования по применению и извлечению».

Согласно этому Распоряжению, как уже отмечалось ранее, Росстандарту было поручено включить в программу разработки национальных стандартов Российской Федерации на 2013 г. стандарт, предусматривающий использование в новом холодильном оборудовании озонобезопасных веществ и требования по извлечению из вышедшего из потребления оборудования озоноразрушающих веществ с целью их регенерации для повторного применения или уничтожения.



Следующим стандартом, проект которого в соответствии с этим поручением в Программу межгосударственной стандартизации на 2013 г. была включена тема 1.2.271-2.001.13 «Оборудование холодильное. Агенты холодильные. Требования по применению и извлечению. Разработка ГОСТа», предусматривающая разработку первой редакции проекта ГОСТа до 31 октября 2013 г.

Основной целью разработки данного стандарта устранить имеющиеся расхождения в требованиях, установленных к одинаковой продукции в России, странах Таможенного союза, СНГ и в зарубежных странах, что является основным техническим барьером в международной торговле.

Предполагается, что утвержденные стандарты будут применять органы исполнительной власти и субъекты хозяйственной деятельности стран-членов Таможенного союза, а также стран Евразийского совета по стандартизации, метрологии и сертификации (ЕАСС), входящих в Содружество Независимых Государств.

Утвержденный стандарт будет применяться органами исполнительной власти и субъектами хозяйственной деятельности стран-членов Таможенного союза, Евразийского совета по стандартизации, метрологии и сертификации (ЕАСС), входящих в Содружество Независимых Государств, на стадиях:

- ✓ подтверждения соответствия, реализации (поставки, продажи) хладагентов;
- ✓ использования (эксплуатации), хранения, транспортирования и утилизации хладагентов;
- ✓ выполнения работ и оказания услуг, разработки технической документации (конструкторской, технологической, проектной), в том числе технических условий, каталожных листов на поставляемую продукцию (оказываемые услуги);
- ✓ государственного контроля (надзора) безопасности и охраны окружающей среды.

В настоящее время первые редакции проектов находятся на стадии «Рассмотрение».

В настоящее время в Республике Беларусь единственным документом, регламентирующим правила использования природных хладагентов (в частности только аммиака), является Правила устройства и безопасной эксплуатации аммиачных холодильных установок, утвержденные

Постановлением Министерства чрезвычайных ситуаций Республики Беларусь от 5 июня 2006 года № 26 (далее Правила).

Таким образом, необходимость внедрения международных стандартов для РБ является неотъемлемым этапом развития холодильной отрасли. Скорейшее внедрение и утверждение стандартов будет способствовать развитию применения современных технологий охлаждения и переходу на озобезопасные хладагенты.

Вместе с расширением законодательной базы следует предусмотреть создание программы, где будут обучать безопасной работе с хладагентами, монтажу и обслуживанию климатических и холодильных систем, при поддержке отраслевых ассоциаций и государственных учебных центров.

## Заключение

В рамках выполнения второго этапа проекта определены наиболее заинтересованные стороны на подачу предложений по реализации пилотных проектов.

Для поиска технических решений и сбора предложений по реализации демонстрационных проектов, а также установления реальной картины по использованию ОРВ и методов их вывода из обращения были направлены предложения и обсуждены вопросы реализации проекта с техническими службами и руководством: молокоперерабатывающих предприятий; поставщиками оборудования в области промышленного и торгового холода; торговыми представителями оборудования для систем вентиляции и кондиционирования; предприятиями по монтажу, наладке, ремонту и техническому обслуживанию технологического оборудования и др.

Исходя из общей картины, для замены запрещаемых ГХФУ предприятия РБ широко используются фреоны нового поколения, например, R404A, R407C, R410A, R507A и некоторые другие. Данная тенденция связана с рядом вопросов при использовании природных хладагентов.

К недостаткам по использованию альтернативных заменителей - природных хладагентов отсутствие нормативно-правой базы, недостаток специалистов в данной области. Для решения данного вопроса определены тенденции и практики по усовершенствованию законодательства по применению природных хладагентов.

Эксплуатация систем с использованием УВ- хладагентов в нашей стране связана с рядом трудностей (ценовой фактор, обеспечение промышленной безопасности установок). Однако именно такие технологии и могут считаться шагом вперед по сравнению с ГХФУ, в то время как смесевые хладагенты — это скорее полшага назад. И если модернизировать оборудование для использования озонобезопасных фреонов предприятие может самостоятельно, то замена оборудования на более эффективное — это почти всегда огромные затраты, и не только денежные: в стране не хватает технологий и знаний для полноценного использования даже существующих экологически безопасных и энергоэффективных хладагентов (в частности УВ).

Ввиду того, что на данном этапе применение УВ-хладагентов в Республике Беларусь приводит к дополнительным издержкам по сравнению с озонобезопасными фреонами, финансовая поддержка ПРООН

по покрытию дополнительных расходов представляется чрезвычайно необходимой и ценной. Проект сможет стать образцом применения современных альтернативных технологий охлаждения и, в случае необходимости, предоставить доступ к проектным системам в демонстрационных целях.

Однако, в проекте необходимо предусмотреть помимо финансовой еще и информационную поддержку, например, обучение работе с новыми хладагентами отраслевых специалистов.

Для выбора проектов по применению альтернативных технологий охлаждения определены критерии оценки, в основу которых легли энергетические, экологические и экономические показатели.

## Приложения